Chemie is alledaags

MANIPULEREN MET MOLECULEN

MANIPULEREN MET MOLECULEN

Een boek over chemie kan uiterst veelzijdig zijn. Chemie heeft vele kanten. Het is onderwerp van wetenschappelijk onderzoek en van industriële bedrijvigheid. Ook in de schoolklas kan scheikunde fascinerend zijn. Dit boek behandelt chemie met de nadruk op de technologie en de economische betekenis ervan.
Honderden bedrijven in ons land zijn actief in de chemische industrie, tienduizenden vinden er een bestaan in en miljoenen mensen komen dagelijks met chemische artikelen en produkten in aanraking. Chemie is er dus voor iedereen en is dus ook alledaags. Scheikundelessen op school gaan in het algemeen over fundamentele verschijnselen in de veelzijdige bouwwereld van moleculen. In de installaties van de chemische industrie wordt óók naar hartelust 'met moleculen gemanipuleerd', maar dan op zeer grote schaal, terwijl de economische dimensie eveneens van niet te onderschatten betekenis is. In dit boek staan juist die beide aspecten van chemie centraal. Korte teksten vertellen over de kwarteeuw petrochemie die achter ons ligt en pogen tevens iets te voorspellen over de komende decennia. Het is een verhaal met vele kanten geworden wat mede blijkt uit het grote aantal illustraties. Dit boek is voornamelijk geschreven voor scholieren van de hogere klassen van VWO en HAVO.
Wij bieden het onderwijs dit boekje aan in de hoop dat dit het begrip voor het hoe en waarom van de chemische bedrijfstak bij scholieren zal bevorderen. Deze sector van de industrie biedt tenslotte voor jonge mensen ook in de komende jaren volop kansen.
Wij hopen dat velen uit deze bron van informatie zullen putten.

De gezamenlijke Esso-bedrijven in Nederland.

inhoud

1. Een kwart eeuw petrochemie 4
- ☐ Chemische mystiek 5
- ☐ Auto en chemie 6
- ☐ Zonder chemie geen welvaart 8
- ☐ In rond 25 jaar was 't gebeurd 11
- ☐ Moeizaam karwei 12
- ☐ Steenkool exit 15
- ☐ Terug naar waar? 16
- ☐ In één klap 19
- ☐ Amerika speelt de hoofdrol 19

Grondstoffen (excurs) 20
- ☐ Gunstige positie 24

2. Olie en chemie 26
- ☐ Aardgasvondst in Nederland 27
- ☐ Aardolie en chemie 28
- ☐ Zeker 90% 29

Exxon Chemical Company (excurs) 30

3. Uit elkaar gehaald 32
- ☐ Bouwstenen 33
- ☐ Recente verandering 35
- ☐ Kostenvoordeel 35

Bouwstenen (excurs) 36

4. De groei van chemie 40
- ☐ Grote concerns 40
- ☐ Natuurlijke produkten 42
- ☐ Lage prijs 43

Technologie (excurs) 44

5. Onzichtbare chemie 46
- ☐ Verbluffende verandering in kwarteeuw 46
- ☐ Voor- en nadelen 47
- ☐ Op de sneeuw na 47

Tussenprodukten (excurs) 48

6. Verminderde groei 52
- ☐ Verandering 52
- ☐ Toen kwam de oliecrisis 53

Gezondheid, veiligheid en milieubescherming (excurs) 54

7. Wereldsituatie 56
- ☐ Invloed Midden Oosten 56
- ☐ Japanse concurrentie 56
- ☐ Amerikaanse concurrentie 57

Eindprodukten (excurs) 58

8. Van meer naar beter 62
- ☐ Kwaliteitsverbetering 63
- ☐ Er is nog voorsprong 64

Esso's chemische activiteiten in Nederland (excurs) 66

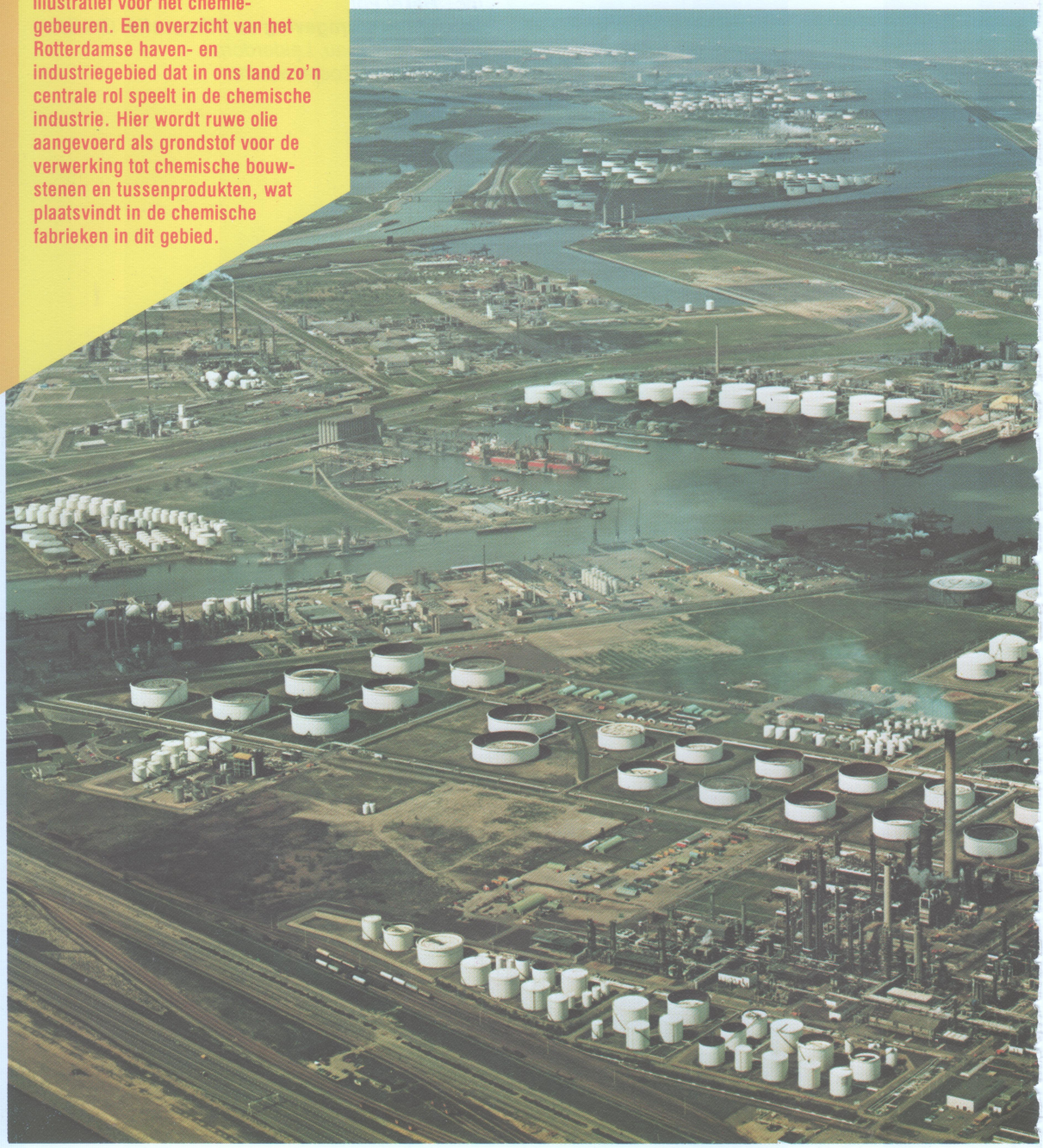
Andere publikaties 68

colofon

Uitgave: *Esso's chemische ondernemingen in Nederland*
Teksten en eindredaktie:
Drs. ing. Paul Reinshagen en Joh. Diepraam
Fotografie, schema's en overige illustraties:
Onno Meeter, Kees Stuip, Aero-camera/-Hofmeester, Studio Barvelink, Essochem Europe Inc., Harry Pot
Produktie, vormgeving en lithografie: *Grafisch Produktie Bureau, Leiderdorp*
Druk: *N.D.B., Zoeterwoude*
maart 1983

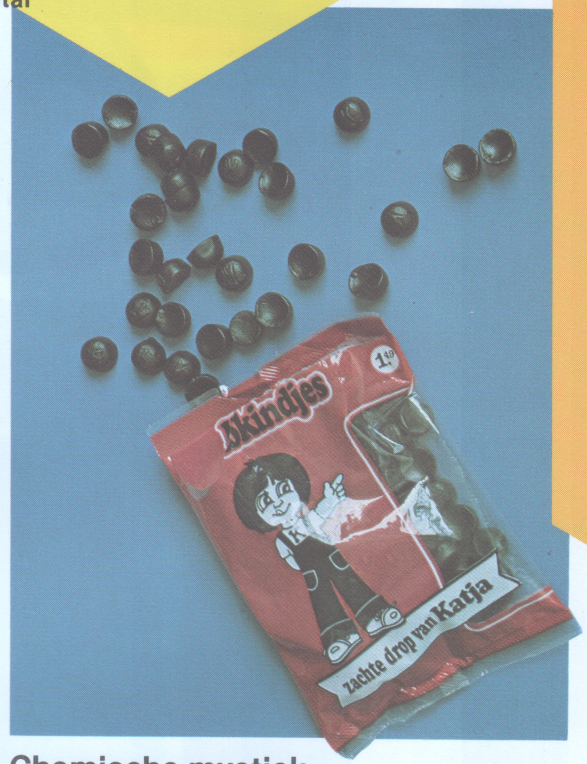
1 een kwart eeuw petrochemie

De beide foto's op deze pagina's zijn illustratief voor het chemie-gebeuren. Een overzicht van het Rotterdamse haven- en industriegebied dat in ons land zo'n centrale rol speelt in de chemische industrie. Hier wordt ruwe olie aangevoerd als grondstof voor de verwerking tot chemische bouw-stenen en tussenprodukten, wat plaatsvindt in de chemische fabrieken in dit gebied.



Praten we in oliekringen over chemie, dan bedoelen we tegenwoordig vrijwel altijd de petrochemische industrie, een bedrijfstak die uitgaat van bepaalde bestanddelen van aardolie die in raffinaderijen – grote installaties, zoals we die bijvoorbeeld in de buurt van Rotterdam aantreffen – worden gescheiden. De daardoor verkregen produkten worden als uitgangspunt gebruikt voor verschillende processen die na zeer veel stappen leiden naar een aantal tussenprodukten. Deze vormen op hun beurt weer vaak de grond- of hulpstoffen voor de vervaardiging van een bijzonder groot aantal eindprodukten.

Een alledaags eindprodukt: een plastic zakje om drop in te verpakken; ontstaan uit de lange keten die chemie is, vervaardigd in bedrijven die van chemische tussenprodukten gebruik maken.



Chemische mystiek

Scheikunde of chemie is voor veel mensen een onbegrijpelijk vak. En scheikunde in het groot, de petrochemie bijvoorbeeld, komt nòg onbegrijpelijker over. Men weet in het algemeen niet wat voor processen zich in al die vaten, pijpen, torens op grote fabriekscomplexen afspelen, laat staan met wat voor stoffen men te maken krijgt alvorens het gewenste eindprodukt is vervaardigd. En ook dan zijn we er nog niet, want dat eindprodukt doet zijn naam geen eer aan. Eerst moet het nog verder worden ontwikkeld om voor gebruik geschikt te worden gemaakt. Hetgeen erop neerkomt dat het òf volledig opgaat in een ander produkt, dat dan wèl gebruikt kan worden, òf dat het aan allerlei vervormingen wordt blootgesteld. Men staat er gewoonlijk niet bij stil hoeveel chemie er aan die gebruiksvoorwerpen ten grondslag ligt en beseft eenvoudig niet dat zonder chemie een massaal aantal voorwerpen eenvoudig nooit zou bestaan. En dat als zij in een andere vorm zouden zijn uitgevoerd, zij hun functie veel slechter zouden vervullen.

Bedieningsonderdelen en het interieur van de auto zijn geheel uit synthetisch materiaal vervaardigd.

Een van de dingen die we dagelijks gebruiken is de auto. In de loop van de laatste tientallen jaren zijn daar steeds meer kunststoffen in verwerkt. Naar gewicht gerekend vormen de chemische produkten gemiddeld niet meer dan zo'n 20% van het totaal, maar ze zijn wel heel wezenlijk voor het gebruik van het voertuig.

Auto en chemie

Een auto is een goed voorbeeld van chemische toepassingen. Daar zit tegenwoordig zoveel chemie in dat als je alle, aan de scheikunde ontsproten produkten eruit zou laten, er niets anders dan een onbeschermd stalen karkas zou overblijven (met een motor, dat wel). Zo'n, in dit geval bandenloze, auto zou trouwens niet eens kunnen rijden, want ook in de motorbrandstof is, evenals in de smeerolie, een aantal chemische produkten verwerkt.

kunststoffen	45 kilo
rubbers	50 kilo
textiel	5 kilo
verf	20 kilo
glas	30 kilo
non-ferro	50 kilo
ijzer / staal	800 kilo

Een auto zou, zonder banden die chemisch worden gemaakt, niet eens kunnen rijden.

Niet alleen zijn de kunststof-produkten in de auto goedkoper dan de vroegere natuurprodukten (hout, leder, enz.), men maakt er ook veiliger onderdelen van (bumpers, stuurkolom, enz.).

In 1977 bevatte een Europese auto (gemidd. 1000 kilo) de volgende hoeveelheden chemische produkten:

kunststoffen	45 kilo
rubbers (banden inbegrepen)	50 kilo
textiel	5 kilo
verf	20 kilo
Ter vergelijking:	
ijzer/staal	800 kilo
glas	30 kilo
non-ferro metalen	50 kilo

Kunststoftoepassingen geven tenslotte een auto een lager totaal-gewicht (vroeger koperen pompen, nu van kunststof) waardoor aanzienlijk op brandstof kan worden bespaard.

Zonder chemie geen welvaart

Wij realiseren ons vaak niet dat praktisch alles om ons heen met chemie te maken heeft. Het grootste deel van onze kleding bijvoorbeeld is van synthetische vezels gemaakt, geverfd met chemische kleurstoffen. Het aantal voorwerpen voor dagelijks gebruik dat tegenwoordig van plastics (synthetische stoffen of kunststoffen) is gemaakt, is niet meer te tellen. Natuurprodukten, zoals leer, worden soms om bepaalde redenen geprefereerd, maar zijn voor velen toch te duur, zodat aan vervangende chemische produkten, die veel goedkoper zijn, de voorkeur wordt gegeven. Verbindingen tussen worden vandaag door verschillende materialen, (synthetische) lijm tot stand gebracht in plaats van hiervoor schroeven of spijkers te gebruiken, dan wel door de onderdelen aan elkaar te klinken.

In dit boekje treft de lezer herhaaldelijk voorbeelden aan uit het leven van alledag: chemie in allerlei gewone gebruiksvoorwerpen. Zelden staan we stil bij het feit dat onze hedendaagse kleding, ons schoeisel en onze geneesmiddelen hun ontstaan in chemie vinden.

Als je je de wereld zou voorstellen zonder chemische produkten, dan zou het grootste deel van onze noodzakelijke en minder noodzakelijke levensbehoeften onvervuld blijven, omdat er onvoldoende natuurlijke produkten beschikbaar zijn. Deze zijn trouwens ook samengesteld uit bepaalde chemische verbindingen. Denk eens aan een wereld zonder kunstmeststoffen. Hoewel niet door iedereen in dezelfde mate gewaardeerd, worden zij veelal toch geaccepteerd omdat de voedselproduktie anders tot rampzalige schaarste zou voeren, terwijl hetzelfde geldt voor de gewasbeschermingsmiddelen, waardoor het grootste deel van de oogsten behouden blijft. Denk in dit verband eens aan de conserveermiddelen om voorraden te kunnen vormen en bederf tegen te gaan. Vergeet vooral ook de geneesmiddelenindustrie niet die ons tegen de meeste ziekten wat kan aanbieden. En laten we zeker niet voorbijgaan aan het feit dat er te weinig wol en katoen is om ons allemaal behoorlijk te kleden. Ook hier doet de chemie zich gelden, met als bijverschijnsel dat er geen extra landbouwgrond voor het natuurprodukt behoeft te worden vrijgemaakt – wat aardig in de hectaren zou kunnen lopen! – waardoor er meer veldruimte beschikbaar blijft voor het kweken van voedselgewassen.

Chemie heeft, kort samengevat, een deel van onze welvaart helpen realiseren; een groot deel zelfs, en zoals gezegd, als die chemie er niet was geweest, dan zouden er zeker niet voldoende ''natuurlijke'' produkten beschikbaar zijn om ons hoge verzorgingsniveau te bereiken en in stand te houden.

In de produktie van voldoende voedsel voor een overbevolkte wereld is de toepassing van kunstmest onontbeerlijk, terwijl misoogsten door ziekten en insecten kunnen worden voorkomen door middelen die de gewassen beschermen.

Chemie is niet nieuw, hoewel de grondstoffen vroeger heel anders waren. Juist die nieuwe grondstoffen plus de verwerkingsmethoden maakten een snelle vlucht van deze bedrijfstak mogelijk. Al in de 16e eeuw werd zeep gemaakt op een wijze die we nu chemisch zouden noemen. De ''Vergulde Hand'' in Leiden heeft een lange geschiedenis sinds 1554.

Maar 't chemisch produkt – scheerzeep – werd toen heel anders gebruikt dan de hulpmiddelen van kunststof die scholieren vandaag bij zich hebben.

In rond 25 jaar was 't gebeurd

De lengte van deze teksten is omgekeerd evenredig aan de tijd die de chemie nodig heeft gehad om – zeg maar gerust – de wereld te veroveren. Want het heeft een korte tijd geduurd, vanaf het moment dat de chemische industrie een beperkt aantal produkten maakte, tot het een bedrijfstak was geworden die produkten voor alle sectoren van het bedrijfsleven kon vervaardigen en zodoende de consument konden bereiken. Denk maar eens aan het hierboven reeds ter sprake gebrachte, echte natuurlijke produkt, namelijk leer. Bij de verwerking en preparatie hiervan komen tegenwoordig, althans in de meeste gevallen, uitsluitend nog chemische produkten te pas. In rond 25 jaar is 't allemaal gebeurd, laten we zeggen tussen 1950 en 1975, hoewel dit niet wil zeggen dat er daarvóór geen chemie werd bedreven, of dat er geen chemische produkten werden gemaakt. Wel degelijk. En er is ook een vrij lange aanlooptijd aan vooraf gegaan. Zo'n 100 jaar ongeveer. Als we tenminste niet tot de middeleeuwen en de alchemisten willen teruggaan. En ook moeten we niet vergeten, dat in Nederland reeds vóór 1600 zeep werd gemaakt door de Vergulde Hand in Leiden. In de jaren voor de opkomst van de petrochemie – een honderd jaar geleden dus – werden chemische stoffen gemaakt uit steenkool en teer (uit destillatie daarvan) in plaats van uit aardolie.

Chemische fabrieken zien er thans dan ook heel anders uit dan de bedrijfjes van vroeger.

Uit het schema hiernaast kunnen we concluderen dat Nederland, ondanks de kleine bevolking, één van de belangrijkste chemie-landen van West-Europa is.

Opbouw chemische industrie in W. Europese landen vergeleken met de bevolking (in %)

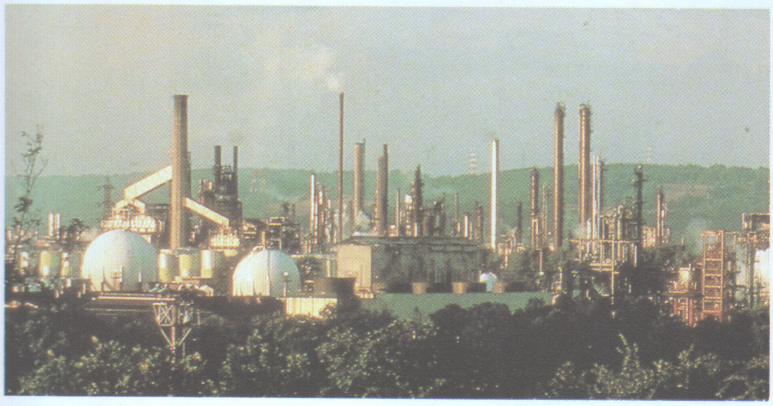
EEG (9)	bevolking %	produktie aromaten en olefinen	basischemie	kunststoffen	fijnchemie	
Nederland	5	18	65	8	27	100
Duitsland	24	28	33	15	52	100
Frankrijk	20	16	50	12	38	100
Engeland	22	17	41	12	47	100
Italië	22	17	55		45	100
Rest	7	4	–	–	–	
	100	100				

Eén van de belangrijkste voorwaarden voor de chemische industrie is produkten te leveren die aan hoge kwaliteitsnormen voldoen. Op deze pagina beelden van produktcontrole in laboratoria van Essochem in Europa.

Moeizaam karwei

Ook toen bloeide de chemische industrie. Denk maar eens aan de Duitse kleurstofbedrijven. Hier werd – in feite voor het eerst – op uitgebreide schaal aan industrieel wetenschappelijk onderzoek gedaan. Een absolute nieuwigheid voor die tijd. Het vervaardigen van chemische stoffen uit steenkool was echter een moeizaam karwei. De steenkoolteer bevatte een groot mengsel van grondstoffen die van elkaar moesten worden gescheiden om de uitgangspunten voor verdere chemische syntheses te kunnen leveren. Maar er is nog een andere reden dat de petrochemie, naast de grote markt voor chemische produkten en de moderne technologie, wèl uitgroeide tot een zeer grote industrie en de steenkoolchemie niet. Die andere reden is dat aardolie èn de chemische basisprodukten vloeibaar zijn en zodoende met behulp van pijpleidingen of door middel van kolossale tankschepen gemakkelijk over grote afstanden kunnen worden vervoerd.

De vloeibare vorm van grondstoffen – en vaak ook tussenprodukten en chemische bouwstenen – betekent een enorm voordeel voor de aan- en afvoer. Hier een fabriek van Esso in België (Meerhout) waarbij de ligging aan water voor scheepstransport essentieel is.



Een grote variatie van produkten die we dagelijks gebruiken voor zeer verschillende doeleinden. Ze hebben allemaal dezelfde grondstoffen en bouwstenen gemeen. Het toesnijden van tussenprodukten op de eisen van een specifiek eindprodukt vormt de grote kracht van chemie.

Wijziging omstandigheden chemische produktie 1960-1980					
	1960	1965	1970	1980	1981
afmetingen installaties (in 1000 ton produktie)	100	200	500	600	600

Exploitatiegegevens (verhouding kosten)					
grondstoffen	28	28	29	36	47
energie	9	8	9,5	13	13,5
var. kosten	11	10	9,5	8	6
arbeid	23	22	15	12	9
kapitaal	29	32	37	31	24,5

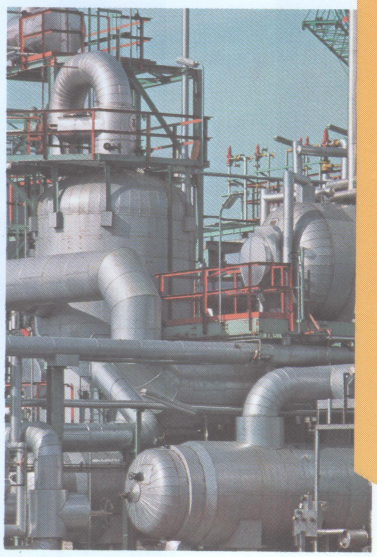
Ondanks de grote vlucht van chemie in de afgelopen twintig jaar zijn de economische omstandigheden van deze bedrijfstak aanzienlijk veranderd en wel in nadelige zin, zoals blijkt uit deze tabel.

Een chemische fabriek – zoals hier de aromatenfabriek van Esso Chemie in Rotterdam – is vaak gekoppeld aan de raffinaderij waarvan zij haar petrochemische grondstoffen ontvangt. In de achtergrond van deze foto zijn de installaties van de Esso Raffinaderij Rotterdam nog duidelijk zichtbaar.

Een van de grote voordelen van kunststoftoepassingen is de handzaamheid door het lage gewicht van de verwerkte materialen. Een klapstoeltje weegt bijna niets en is gemakkelijk weg te bergen.

Steenkool exit

Dit bleek een niet te onderschatten voordeel en toen de industrie eenmaal gebruik ging maken van bepaalde olie-destillatieprodukten, was het vlug gebeurd met de positie van steenkool als belangrijkste grondstof voor de chemische industrie, waarna de petrochemie de kans kreeg om snel uit te groeien.



Het kost de buitenstaander soms moeite zich voor te stellen hoe de oorsprong van bijvoorbeeld deze tubes plakkaatverf in petrochemische installaties moet worden gezocht.

Hetzelfde geldt voor de kunststofbehuizing van onze moderne elektronica die zonder chemie nooit zo snel gemeengoed zou zijn geworden. Twee moderne ontwikkelingen die elkaar perfect aanvullen.

Micro-elektronica

Na de Tweede Wereldoorlog – tot kort na 1970 – is de chemische industrie omhoog geschoten. Voor mensen die deze periode niet bewust hebben meegemaakt kan je eenvoudigheidshalve zeggen dat die periode voor de chemie was, wat de huidige tijd is voor bijvoorbeeld de micro-elektronica (chips) en de telecommunicatie. Alleen richten deze tegenwoordige ontwikkelingen zich veel directer op de uiteindelijke consument, met hun nieuwe en al bestaande produkten die plotseling veel meer kunnen, veel kleiner en voor iedereen betaalbaar zijn beworden. Maar voor de chemische industrie was het dertig jaar geleden net zo'n roerige tijd als nu voor de micro-elektronica. Overigens zouden ook chips zonder chemische technieken niet eens geproduceerd kunnen worden.

Chemie en micro-elektronica vinden elkaar ook in de zeer geavanceerde procesbesturing van chemische fabrieken door computers. Dit komt tot uiting in het controlegebouw van Esso Chemie's kunstmestfabriek in Europoort.

Terug naar waar?

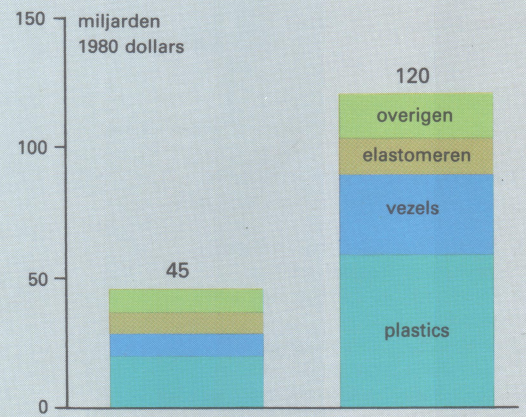
Na zo'n 100 jaar chemie uit steenkool hebben we nu alweer 50 jaar te maken met chemie uit aardolie. Misschien komt daar nog wel 50 jaar bij. En dan? Wat doen we als de aardolie opraakt en daarmee de grondstoffen voor de petrochemie en tegelijkertijd de energie om die petrochemische processen uit te voeren die zich bijvoorbeeld afspelen bij hoge temperaturen en druk? Dan kunnen we weer terug naar steenkool als grondstof voor chemische produkten en als energiebron, zij het dat de technologie van de verwerkingsprocessen wel sterk is verbeterd en dat een en ander zich ook zal afspelen in zeer grote installaties.

Een andere mogelijkheid naast steenkool is, om met behulp van bacteriën, gisten en enzymen, ingewikkelde chemische produkten, maar ook bepaalde grondstoffen, te vervaardigen, zonder dat daarvoor de energie behoeft te worden ingezet die nu noodzakelijk is. Vaak kan ook een aantal processtappen door deze organismen in één stap worden uitgevoerd. Daarnaast kunnen zij ook nog eens

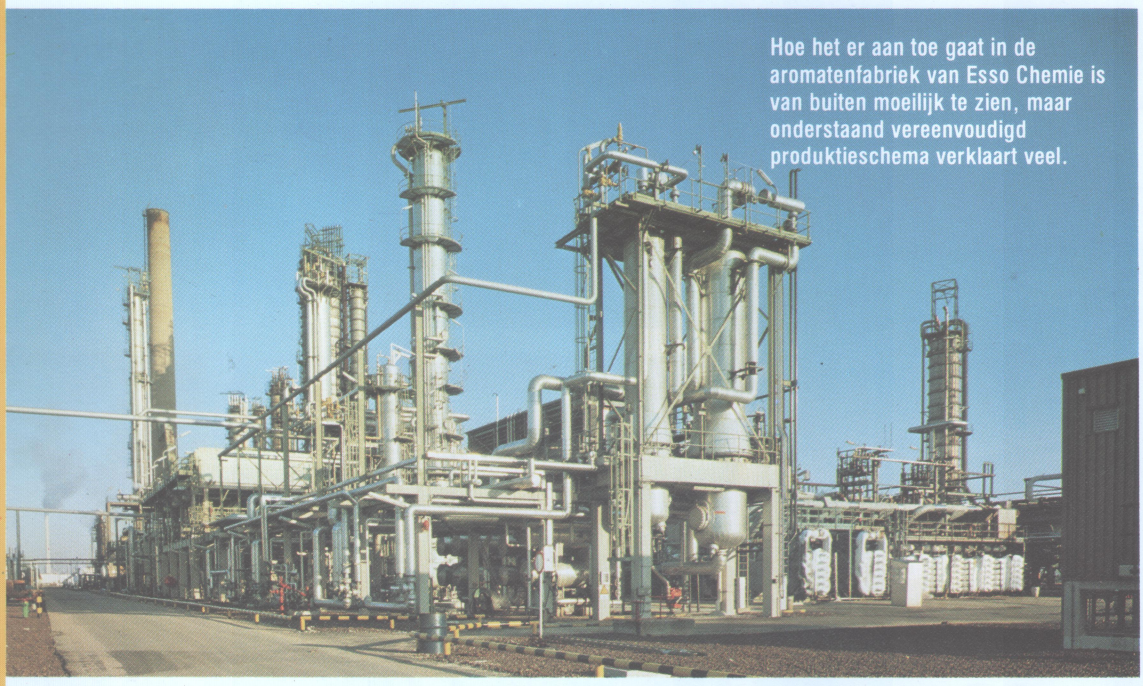
Aan de ''jeans'' die bijna iedereen wel eens draagt is ook al te zien hoezeer de wereldconsumptie van chemische produkten (zie onder) is toegenomen.

worden ''aangespoord'' – genetische manipulatie noemen we dat – om bepaalde processtappen uit te voeren die door de huidige technologie maar moeizaam kunnen worden gerealiseerd, dan wel met de reeds bekende processtappen een hogere opbrengst te realiseren.
Dit alles betekent dat chemie en de chemische industrie nog een uiterst boeiende tijd tegemoet gaan, en ook dat het een bedrijfstak is die voortdurend in beweging blijft; steeds weer zoekend naar mogelijkheden om zich aan te passen aan de omstandigheden, zoals grondstofvoorziening, economische situatie, energieproblematiek, milieueisen, om maar enkele dingen te noemen.

Wereldconsumptie petrochemische produkten*

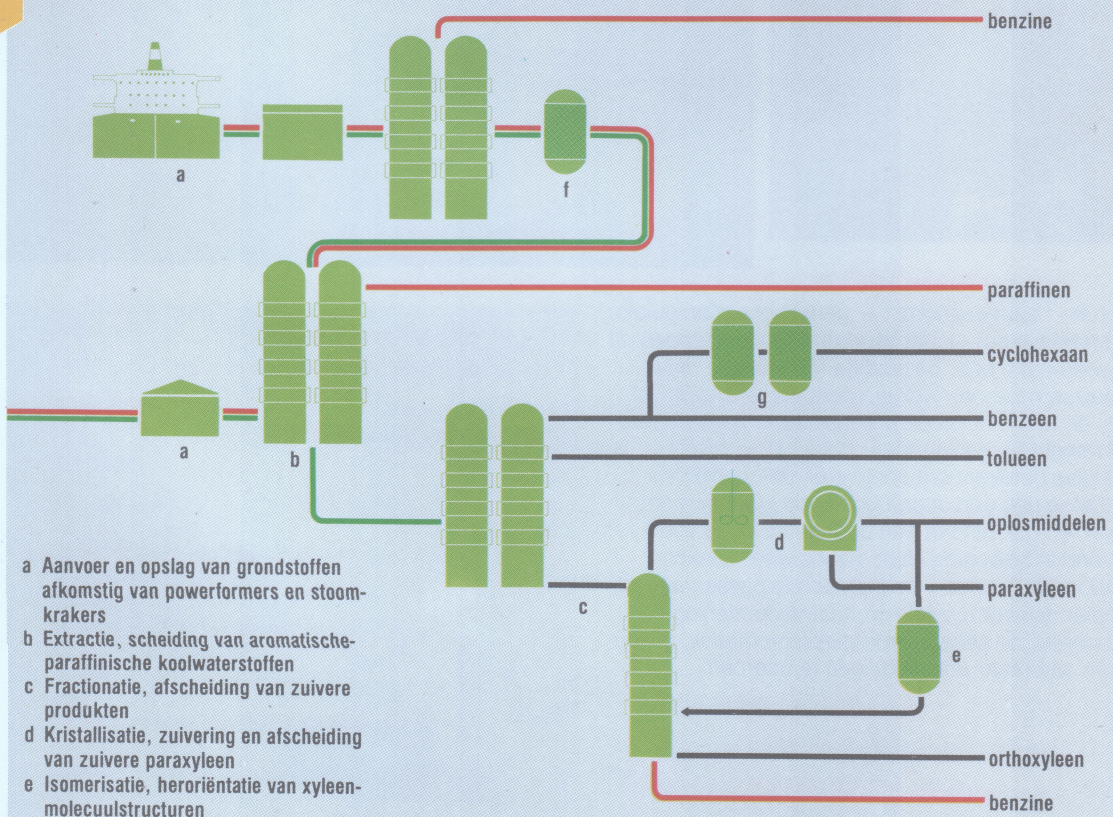


*excl. Oostbloklanden



Hoe het er aan toe gaat in de aromatenfabriek van Esso Chemie is van buiten moeilijk te zien, maar onderstaand vereenvoudigd produktieschema verklaart veel.

Produktieschema aromatenfabriek

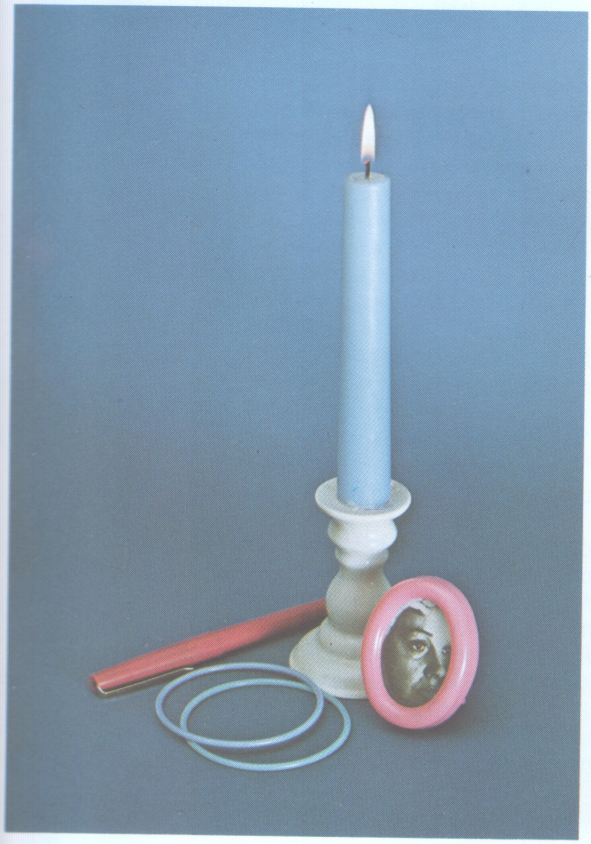


a Aanvoer en opslag van grondstoffen afkomstig van powerformers en stoomkrakers
b Extractie, scheiding van aromatische-paraffinische koolwaterstoffen
c Fractionatie, afscheiding van zuivere produkten
d Kristallisatie, zuivering en afscheiding van zuivere paraxyleen
e Isomerisatie, heroriëntatie van xyleen-molecuulstructuren
f Hydrogenering en ontzwaveling van ruwe benzeen uit pyrolyse benzine (SCN)
g Hydrogenering van benzeen

Door de grootschaligheid van de produktie, konden chemische gebruiksartikelen goedkoop en massagoed worden. De meeste eindprodukten zijn overal ter wereld vervaardigbaar en bruikbaar. Chemie is daarom niet geografisch gebonden.

In één klap

Terug naar de snelle ontwikkeling van de chemische industrie. De E.E.G. werd opgericht (1958) en daarmee werd het marktgebied in Europa, dat eerst uit allemaal kleine nationale thuismarkten bestond, in één klap net zo groot gemaakt als dat van de Verenigde Staten. Dat was, vooral voor de chemische industrie, heel belangrijk. Elk chemisch proces levert steeds weer dezelfde uitkomst op. Met andere woorden, er komen in de eindfasen altijd eendere produkten voor de dag. Niemand zal het onbegrijpelijk vinden dat hoe groter een fabriek is opgezet, hoe goedkoper er kan worden geproduceerd en hoe goedkoper het produkt dus aan de man kan worden gebracht. Dat geldt uiteraard ook voor elke kilo produkt die weer als grondstof voor een volgend proces moet dienen. De chemie is derhalve een bedrijfstak die erop gericht is zijn produkten voor zo groot mogelijke markten te vervaardigen, liefst voor de wereldmarkt. Dat kan niet alleen omdat die fabrieken zo groot zijn, maar ook omdat het produkt, overal, waar ook ter wereld, hetzelfde is.



Amerika speelt de hoofdrol

Het aardige is dat de Amerikanen eigenlijk het eerst door hadden, wat die grote markt voor de chemische industrie kon betekenen. Praktisch alle grote bedrijven in dat land begonnen dus, hier in Europa, fabrieken neer te zetten. In vele gevallen juist in Nederland en België, dank zij de gunstige ligging van deze landen in Noordwest-Europa. Uiteraard kwamen er niet alleen chemische ondernemingen vanuit de V.S. naar ons werelddeel. Er waren ook andere bedrijfstakken op dit punt actief. Maar opvallend is wel dat eigenlijk alleen de Europese chemische industrie omgekeerd weer in de Verenigde Staten ging investeren. Tegenwoordig doen chips- en autofabrikanten – vooral Japanse – dat ook. Maar toen was het bijna alleen maar de Europese chemie die in Noord-Amerika wat terugdeed. Dat kwam omdat zij op het punt van kennis en technologie met de Amerikanen kon concurreren, wat weer een aanduiding is voor het feit dat de chemische industrie een echte wereldindustrie is.

De toepassing van chemie in de meest alledaagse gebruiksartikelen maakte ook dat het een echte wereldindustrie werd.

GRONDSTOFFEN

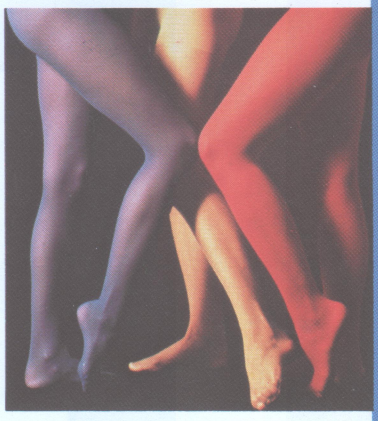
Grondstoffen – het is al gezegd – vinden hun oorsprong in de olie-industrie die, naast producent van brandstoffen, e.d., ook de voornaamste leverancier is voor de petrochemische bedrijfstak, thans voor meer dan 90%.

Tot enkele jaren na de Tweede Wereldoorlog werden organisch-chemische produkten (chemische stoffen die een zogenaamd koolstof-skelet bevatten) praktisch uitsluitend uit steenkool vervaardigd, via droge destillatie, of via calciumcarbide dan wel door hydrogenering. Uit steenkoolteer werd een reeks van produkten gemaakt, waarin vooral aromaten voorkwamen en uit calciumcarbide werd acetyleen vervaardigd – via een lichtboogproces – wat toentertijd de basisstof was voor verdere chemische produktie. Daarnaast bestond er een bloeiende anorganische chemische industrie die in die tijd in volume veel belangrijker was dan de organische chemie. Deze anorganische produkten werden gemaakt uit zout, fosforerts en pyriet (zwavel). Over anorganische produkten hebben we het in dit boekje niet, maar ze maken nog steeds een belangrijk onderdeel van de chemische industrie uit. Chloor en natronloog (uit zout), zwavelzuur (uit zwavel), stikstof-kunstmeststoffen uit ammonia (uit luchtstikstof) en fosforkunstmest-stoffen (uit fosfor) behoren tot de belangrijkste produkten van de chemische industrie. Veel van deze produkten worden toegepast als grondstof in andere bedrijfstakken, maar ook vaak bij de vervaardiging van organische chemische produkten.

In de organische chemie die, zoals gezegd, tegenwoordig voor meer dan 90% is gebaseerd op de petrochemie, wordt uitgegaan van aardolie en aardgas. Aardgas wordt gebruikt voor de produktie van ammonia en methanol, terwijl de zwaardere bestanddelen van aardgas (ethaan, propaan en butaan) vooral in de Verenigde Staten worden ''gekraakt'' tot ''building blocks'' (bouwstenen) voor de petrochemie. Deze zwaardere aardgasbestanddelen (die niet in het Slochterengas voorkomen, maar wel in het Noordzeegas) worden vaak gemengd met de gassen die als eerste bij het raffinageproces van ruwe aardolie ontwijken en die – in gekoelde vorm – LPG (liquified petroleum gases) worden genoemd. LPG bestaat uit propaan en butaan. De belangrijkste grondstof voor de petrochemie in Europa is de nafta, die via destillatie uit ruwe aardolie wordt gewonnen en waaruit eveneens via kraken de ''building blocks'' voor de petrochemie worden gemaakt. Deze ''building blocks'' zijn etheen, propeen, buteen en butadieen (ze worden olefinen genoemd).

Een nieuwe grondstof is gasolie, eveneens een destillaat van de ruwe aardolie dat bij hogere temperatuur dan nafta kookt, en die, sinds kort, ook wordt gebruikt als voeding (feedstock) voor kraakinstallaties. Er zijn zodoende twee mogelijkheden om de voeding voor een kraker wat meer flexibel te maken; naar de ''lichtere kant'' via LPG en naar de zwaardere kant via gasolie. Elke kraker kan een zekere hoeveelheid (ongeveer 15%) LPG als grondstof verwerken. Bij hogere voedingspercentages moet de installatie worden aangepast, terwijl voor LPG als 100% voeding een ander soort installatie, een zgn. LPG-kraker nodig is.

Die grondstoffen – aardgas, gasolie en nafta – worden uiteindelijk omgezet in eindprodukten zoals zware, duurzame vislaarzen, wegwerpverpakkingsmateriaal en ragfijne, luxueuze panties.

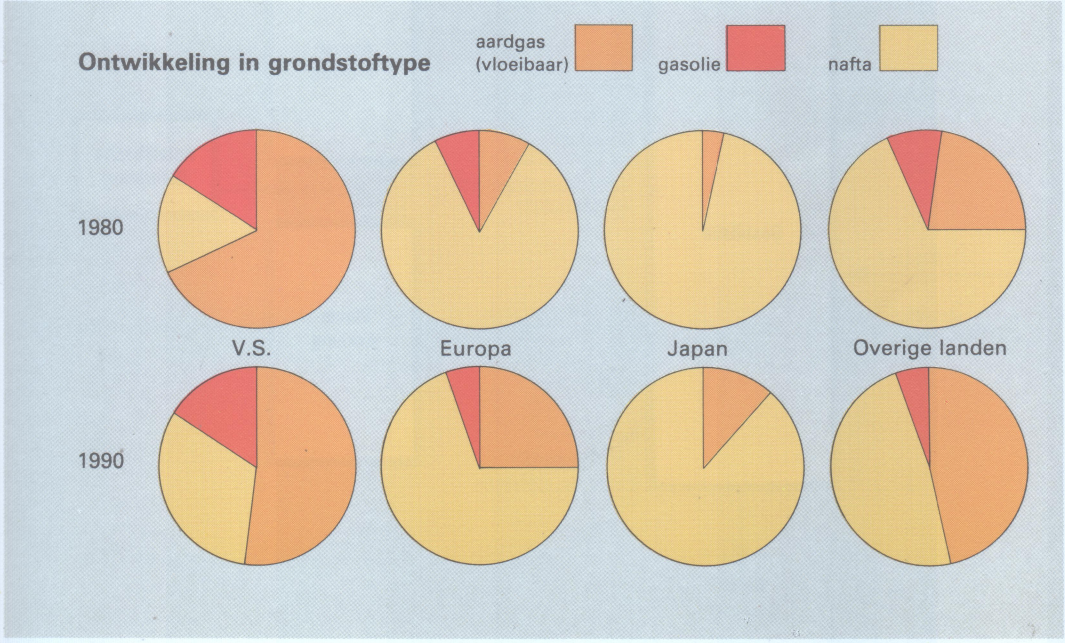


Aan de zwaardere kant (gasolie) kunnen krakers ook zo worden gebouwd, dat ze zowel op nafta kunnen draaien als op gasolie. Dergelijke installaties zijn een stuk duurder, maar hun flexibiliteit in feedstock maakt de etheen-producent minder afhankelijk van de nafta-voorziening en van de prijs. De overgang naar nafta/gasoliekrakers is overigens beperkter dan naar LPG-krakers en een verhoogde LPG-invoer in gewone krakers.

In de V.S. is het omgekeerd. Daar zal het aandeel van de zwaardere aardgasbestanddelen en LPG teruglopen in het voedingspakket van de krakers en zal juist nafta als grondstof behoorlijk gaan toenemen, terwijl gasolie ongeveer op hetzelfde niveau zal blijven.

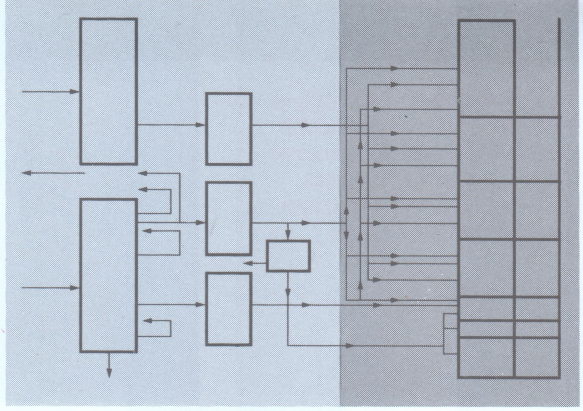
Ten slotte de vergassing van steenkool, een oude en mogelijk weer een toekomstige grondstoffenbron voor de chemische industrie. Vergassing met lucht levert een synthetisch aardgas, terwijl vergassing met stoom synthesegas oplevert, dat uitgangspunt kan zijn voor de bereiding van hogere koolwaterstoffen, via de Fischer-Tropschreactie. Tot nu toe gebeurt dit alleen op grote schaal in Zuid-Afrika.
In Europa en in de V.S. zijn vele proefprojecten voor de vergassing en de vervloeiing van steenkool aangekondigd, maar evenzeer kampen de meeste van deze projecten met vertragingen of met stijgende kosten tengevolge van de zeer gecompliceerde technologie.

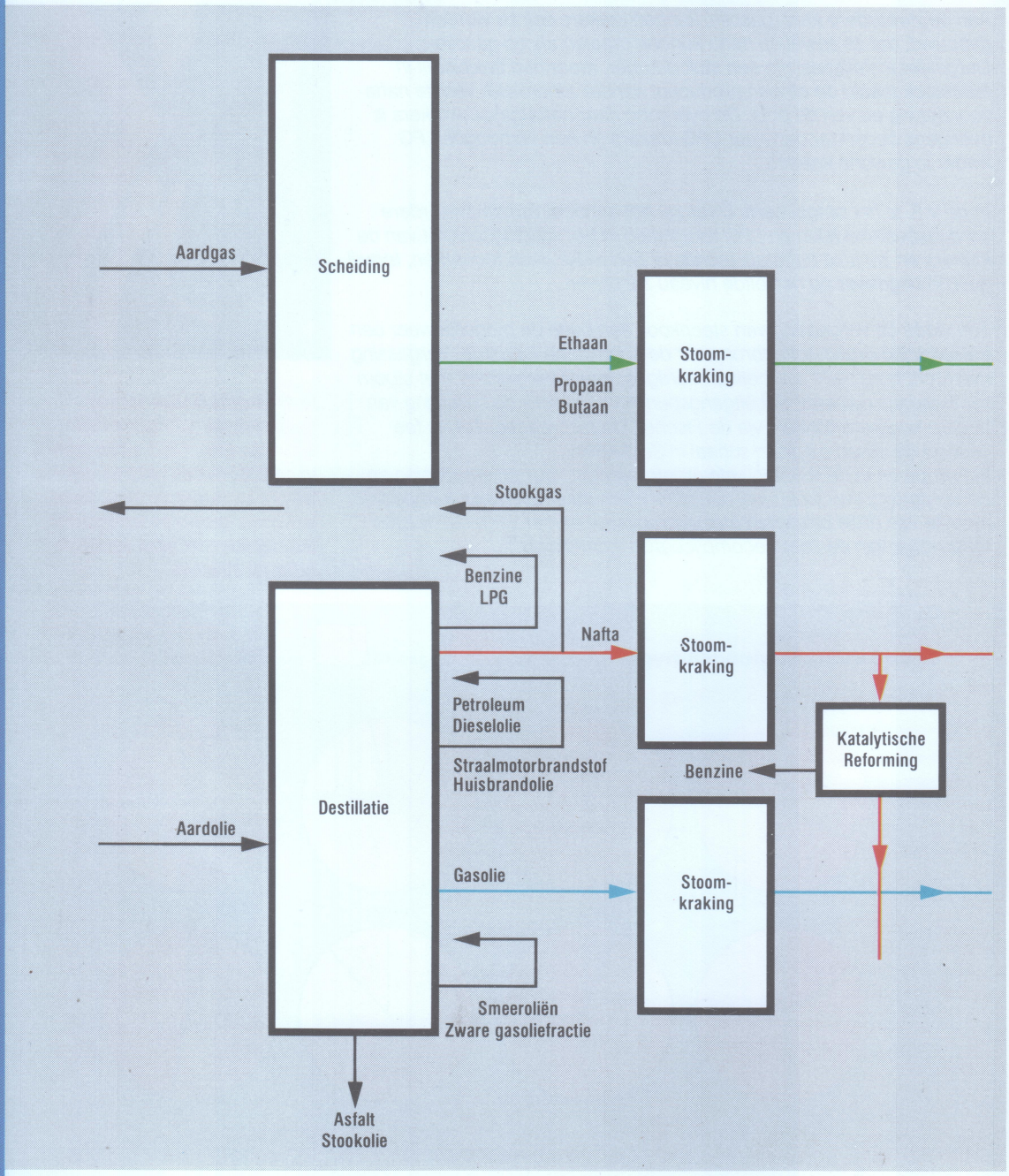
In de meeste landen zal het grondstoftype zich geleidelijk wijzigen, zoals blijkt uit de grafiek. In de V.S. nemen nafta en gasolie toe ten koste van aardgas, terwijl in Europa gasolie en aardgas een belangrijkere rol gaan spelen en nafta zal afnemen.



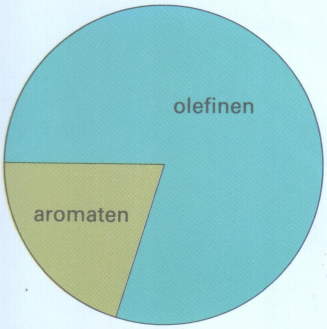
GRONDSTOFFEN

Dit is het eerste deel van het totaalschema van grondstoffen tot eindprodukten dat op p. 60, 61 staat afgedrukt. De vier verschillende maar onderling toch zeer nauw met elkaar verband houdende fasen – grondstoffen, bouwstenen, tussenprodukten, eindprodukten – worden telkens afzonderlijk in een excurs behandeld. Dit is de eerste die aangeeft hoe nauw ook de olie-industrie door het begrip petrochemie met de chemische bedrijfstak is verbonden.

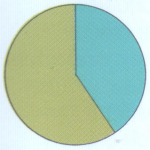




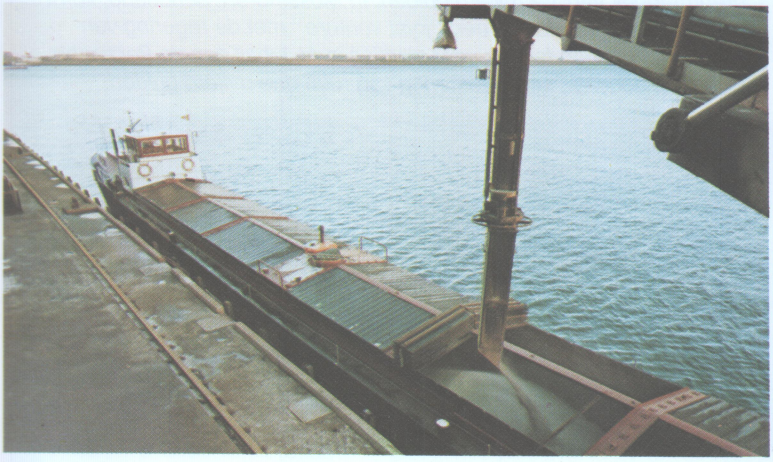
Petrochemische grondstoffen in plastics en vezels



Plastics 45 miljoen ton

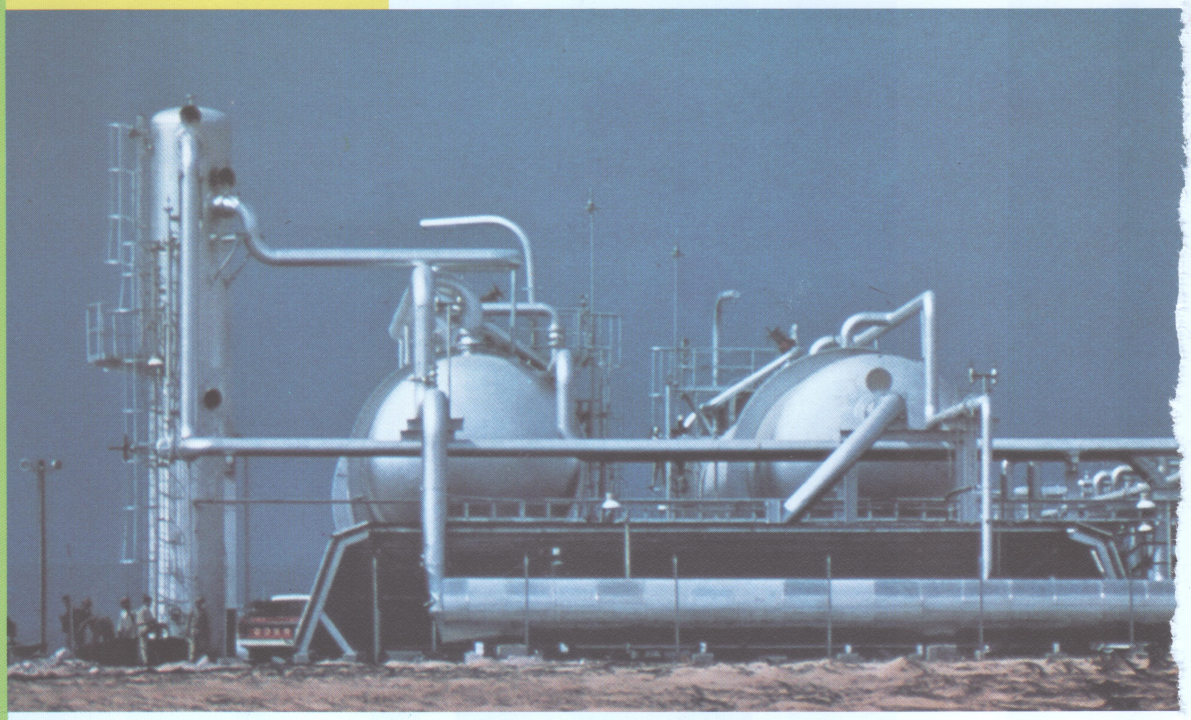


Vezels 8,5 miljoen ton



Afvoer van kunstmest. Ammoniak en salpeterzuur, beide grondstoffen voor de fabricage van kunstmest, worden door Esso Chemie ook wel aan derden verkocht.

gunstige grondstofpositie

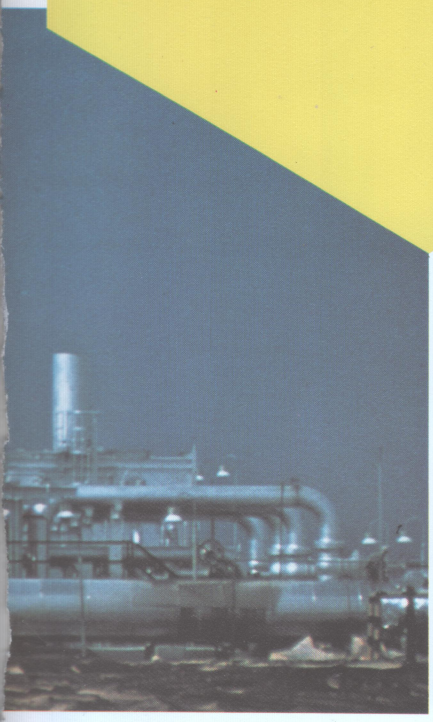


Bovenstaande fabriek in de woestijn van Saoedi-Arabië symboliseert de nauwe band tussen beide bedrijfstakken op treffende wijze. Olie is niet alleen grondstof voor chemie, chemische produkten spelen tegenwoordig ook een belangrijke rol bij de winning van olie.

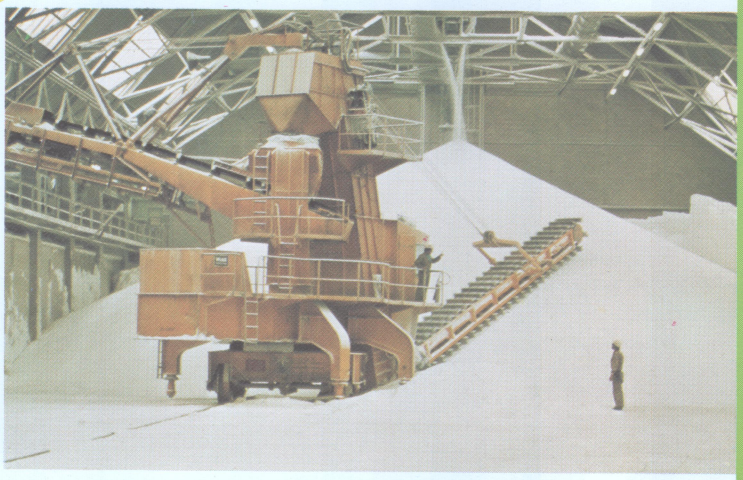
Omdat petrochemische bedrijven koolwaterstoffen als grondstof gebruiken, zijn ze erg afhankelijk van de aanvoer van ruwe olie en aardgas. In dat opzicht neemt Exxon Chemical Company, als onderdeel van Exxon, een gunstige positie in. De banden met Exxon Corporation zijn daarom zeer nauw, maar, zoals Edwin C. Holmer, president van Exxon Chemical het uitdrukt: we denken chemisch. Door de olie- en gasactiviteiten kan Exxon een breed pakket van chemische grondstoffen aanbieden. Dit heeft ongetwijfeld bijgedragen tot de snelle groei van Exxon Chemical. De wereldomvattende flexibiliteit van de onderneming is er eveneens aan te danken. Er kan worden geïnvesteerd in energierijke gebieden zoals West-Canada, in de landen rondom de Noordzee, in Saoedi-Arabië omdat Exxon al vele jaren in deze landen activiteiten heeft ontplooid.
In Canada bijvoorbeeld, bouwt Exxon Chemical een ammoniak-ureumfabriek van 1,2 miljard gulden. In Mossmoran, Schotland, komt een etheenkraker, terwijl een ''joint venture'' met de regering van Saoedi-Arabië een fabriek voor plastics in Al-Jubail aan de Perzische Golf gaat bouwen; een investering van ruim drie miljard gulden.

Exxon Chemical's voorgenomen nieuwe projecten in energierijke gebieden

aard van het project	plaats	capaciteit in 1000 ton	streefdatum
Ammoniak/Ureum	Alberta, Canada	750	1983
Benzeen/Styreen	Alberta, Canada	400	1984
Polyetheen	Saoedi-Arabië	260	1984
Etheen	Schotland	500	1985
Petrochemisch complex	Indonesië	275-350	1988



Dit plaatje en dat hieronder vormen een uitzondering: het zijn eindprodukten, namelijk kunstmest.



Deze fabriek van Exxon Chemical in Saoedi-Arabië maakt die produkten. Ze kunnen door de nabije locatie van olievelden snel en doelmatig naar hun bestemming worden gebracht.

Boven ligt de kunstmest losgestort in een enorme opslaghal van Esso Chemie's kunstmestfabriek in Europoort. Onder: zakken kunstmest worden geladen in een schip dat het naar de afnemers brengt.

2 olie en chemie

50 kg brut/0,250 kg tare
50 kg Bruto/0,250 kg tarra

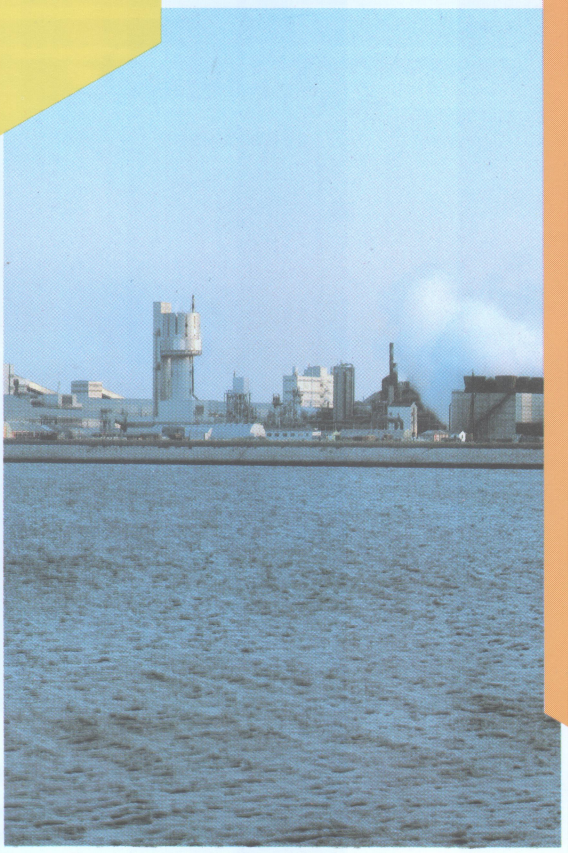
ENGRO

Nitrate d'ammoniaque 26% N
Ammoniumnitraat 26% N
E.E.C. Engrais/E.E.G. Meststof

Analyse Garantie/Gewaarborgde Analyse

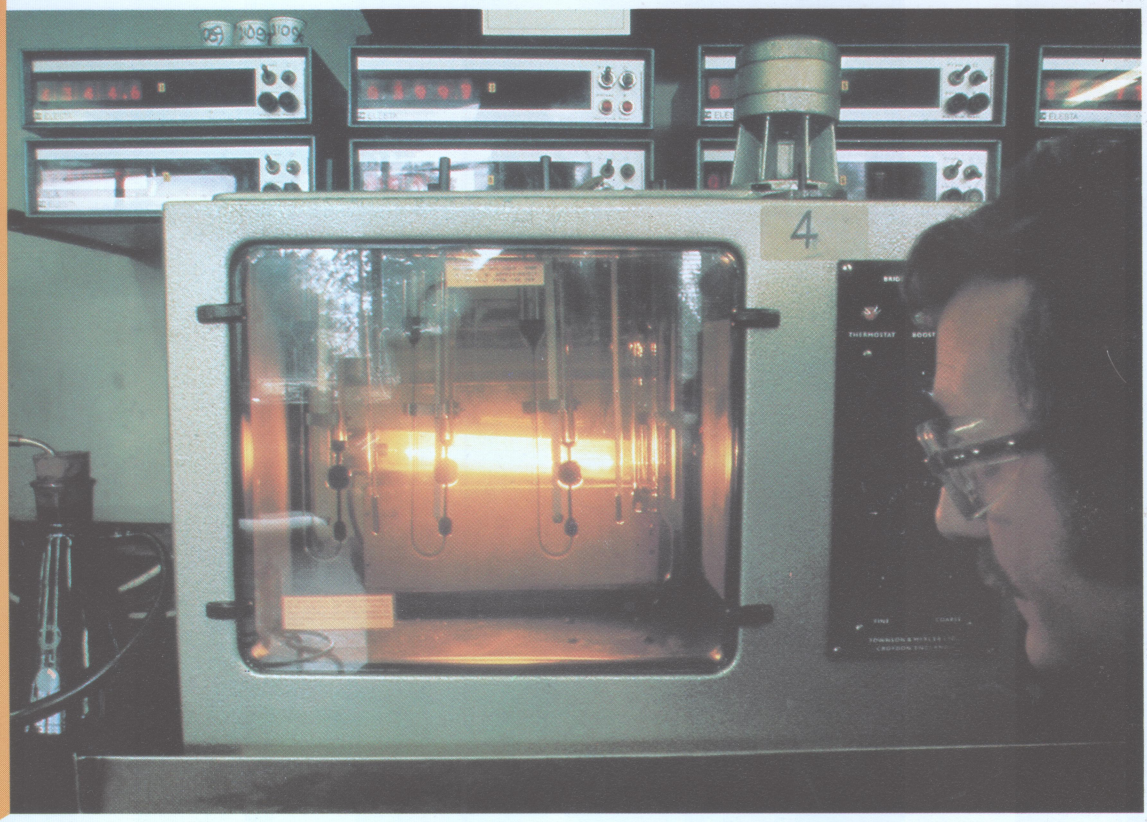
尿
含N:
82XXP7
荷
UREA

De plaatjes op de vorige pagina sluiten hier nauw bij aan. Ze vormen een overgang naar aardgas als grondstof. Aardgas is een aan aardolie nauw verwante koolwaterstof. Je kunt het uitstekend gebruiken als schone brandstof, zoals wij dat doen in ons aardgasrijke land, maar ook als basisstof bij de kunstmestfabricage. Dat doet Esso Chemie in haar kunstmestfabriekscomplex.



Aardgasvondst in Nederland

Voor Nederland gebeurde er in die beginjaren van de grote groei van de chemische industrie nog iets belangrijks. Er werd namelijk een grote hoeveelheid aardgas gevonden. En aardgas is niet alleen energetisch van belang, het is ook een grondstof voor bepaalde chemische produkten (bulkprodukten), zoals stikstof bevattende kunstmeststoffen en methanol. Dit laatste produkt is zelf weer de grondstof voor een aantal chemische processen. Het is een oplosmiddel en mogelijk zelfs een van de bestanddelen van toekomstige motorbrandstoffen. Het belang van aardgas voor de Nederlandse chemische industrie moeten we niet onderschatten. Nederland is een van de grootste kunstmestproducenten van Europa, met drie grote bedrijven (waaronder Esso Chemie) en een omzet van twee miljard gulden; 60% hiervan is export. Er staan ook nog twee grote methanolfabrieken in ons land, terwijl er een derde zal worden bijgebouwd. Gezamenlijk zullen deze meer dan één miljoen ton methanol produceren. Niet verbazingwekkend is dat bij beide produkten – stikstofmeststoffen en methanol – via het aardgas ook de Nederlandse staat is betrokken (via DSM).



De belangrijkste grondstof blijft voorlopig nog aardolie. Door research is er een enorme verfijning in de technologische mogelijkheden van petrochemie ontwikkeld.

Aardolie en chemie

Hoe kon die chemische bedrijfstak zo snel groeien en waarom gebeurde dat voor de oorlog niet? Daarvoor is een eenvoudige verklaring. Vóór de oorlog was de chemische industrie, zoals reeds in de inleiding werd opgemerkt, gebaseerd op steenkool. Maar het is heel moeilijk om dat soort fabrieken op zeer grote schaal te laten draaien en feitelijk lukte dat voor de oorlog ook nooit. Iets dergelijks gebeurt er nu nog wel in Zuid-Afrika. Angst voor een olie-embargo en de enorme voorraden steenkool, met daarbij de wil om zelf in essentiële produkten te kunnen voorzien, zoals benzine en bepaalde chemische grondstoffen, hebben de Zuifafrikaanse regering doen besluiten een chemisch complex dat op steenkool gebaseerd is, op te zetten. En op het ogenblik wordt er ook elders in de wereld veel in deze richting geëxperimenteerd, waarbij wordt vooruitgelopen op het moment dat olie schaars zal worden.

Toepassing van stikstofmeststoffen in Duitsland, waarbij een zeer brede sproeimachine de vloeistof verspreidt over het land.

Zeker 90%

Maar in Europa en in de Verenigde Staten is men, zoals gezegd, na de oorlog begonnen op grote schaal gebruik te maken van aardolie voor de vervaardiging van chemische grondstoffen. Daarvoor werd in Europa uitgegaan van bepaalde destillaten van aardolie. In feite was de procesvoering van de produktie van chemische grondstoffen uit aardolie een stuk eenvoudiger, terwijl tegelijkertijd ook de fabrieken veel groter konden worden opgezet dan bij steenkool als grondstof mogelijk was, zodat al snel het aandeel van olie en van gas bij de bereiding van grondstoffen voor de chemische industrie toenam. Op dit moment is zeker 90% van de totale chemische produktie in de wereld gebaseerd op petrochemische processen.

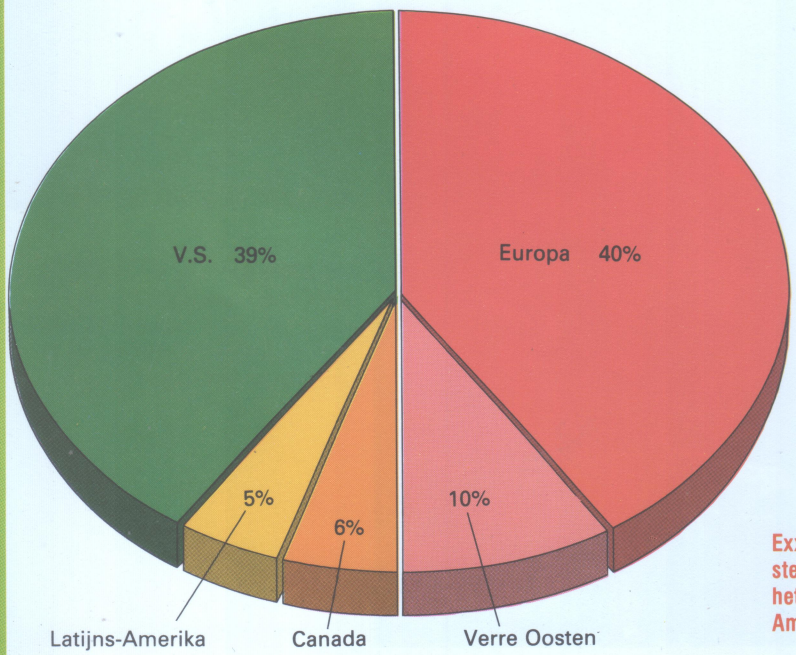
Niet alleen de tasjes en de kleding, ook in fiets en bromfiets, veiligheidshelmen en op het benzineverkooppunt zijn op talloze plaatsen synthetische materialen verwerkt.

Exxon Chemical Company

Het hoofdkantoor van Exxon Chemical in Darien (V.S.)

Door gasvormige bijprodukten uit de raffinage te gebruiken, produceerden chemici van Exxon al ruim zestig jaar geleden het eerste petrochemische produkt, namelijk isopropylalcohol. Geleidelijk werden steeds meer synthetische stoffen uit oliederivaten geïntroduceerd en ontstond er een chemische tak in de oliemaatschappij Exxon. In de jaren zestig werden de chemische belangen van Exxon ondergebracht in de Exxon Chemical Company. Deze chemische organisatie heeft in tal van landen dochterondernemingen in de chemische sector: 50 chemische bedrijven in 24 landen en 100 verkoopkantoren in 63 landen. Dit mondiale bedrijf heeft 19.000 mensen in dienst. Vergeleken bij de moedermaatschappij, Exxon Corporation, is Exxon Chemical Company maar klein. De totale omzet is maar 6% van de Exxon-omzet en slechts 9% van het geïnvesteerde kapitaal. Maar van de 15 grootste ondernemingen op chemisch gebied (qua omzet) staat Exxon Chemical tiende. De Exxon Chemical-organisatie heeft een matrix-opzet, ook wel ''dual-boss'' genoemd. Er is een horizontale organisatie die geografisch van karakter is met vier regionale kantoren. En er is een verticale lijn met tien produktgroepen, namelijk: aromaten, elastomeren, gerede produkten, olefinen, paramins, weekmakers en tussenfabrikaten, plastics, oplosmiddelen en chemische specialiteiten en landbouw-chemicaliën. De omzet van Exxon Chemical in 1981 bedroeg 8400 miljoen dollar.

Exxon Chemical geografische spreiding



Exxon is in Europa en de V.S. het sterkst vertegenwoordigd, daarna in het Verre Oosten, Canada en Latijns Amerika.

Al in de jaren twintig werd bij Exxon hard gewerkt aan petrochemische research. Eén van de eerste Exxon-chemici zei later: ''We konden toen zelfs nog niet dromen dat we ooit petrochemische overhemden zouden dragen''.

Exxons wereldorganisatie chemische technologie	Landbouwchemicaliën	Aromaten	Centrale Ontwerp- en Bouwafd.	Chemische Tussenprodukten	Chemische Specialiteiten	Elastomeren	Eindprodukten	Olefinen	Paramins	Plastics	Oplosmiddelen
Locaties											
Verenigde Staten											
Florham Park, N.J.	○	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●
Linden, N. J.	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	○
Baton Rouge, La	●	●	●	○	○	○	●	○	●	○	○
Baytown, Texas	●	○	●	●	●	○	●	●	●	○	○
Houston, Texas	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●
Summerville, South Carolina	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●
Canada											
Sarnia, Ontario	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●
Toronto, Ontario	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●
Montreal, Quebec	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●
Europa											
Fawley, Engeland	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	○
Abingdon, Engeland	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rotterdam, Nederland	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●
Rozenburg, Nederland	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Diegem, België	●	○	●	○	○	○	●	○	●	●	○
Antwerp, België	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
Mont St. Aignan, Frankrijk	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●
Notre Dame de Gravenchon, Fr.	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Thessaloniki, Griekenland	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●
Köln, Duitsland	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●
Meerhout, België	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●
Verre Oosten											
Kawasaki, Japan	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●

Het belang van research en technologie-ontwikkeling is sindsdien alleen maar toegenomen. Exxon Chemical beschikt tegenwoordig over een zeer omvangrijke organisatie op dit gebied met grote geografische spreiding.

EXXON CHEMICALS

3 uit elkaar gehaald

Aardolie is een mengsel van zeer veel verschillende koolwaterstoffen die via destillatie (een scheiding die is gebaseerd op het feit dat al die stoffen een verschillend kookpunt hebben) uit elkaar worden gehaald. De lichtere destillaten, d.w.z. die bij lagere temperatuur koken, worden het eerst afgescheiden en wel na de fractie die uit gassen, het zogenaamde LPG, bestaat. Dit zijn dan de benzines en de nafta's, de uitgangsprodukten voor de chemische grondstoffen. Ruwe aardolie levert in Europa, afhankelijk van het proces en de kwaliteit van de olie, ongeveer 15 tot 30% aan deze fracties. De combinatie van mogelijkheden voor dit produkt, namelijk de toepassing als motorbrandstof zowel als grondstof voor verdere chemische produktie, zet deze uitkomsten, in tijden van schaarste, ook onmiddellijk als concurrenten tegenover elkaar. Hierop wordt later teruggekomen.

Sport, spel en chemie.

Communicatie en chemie.

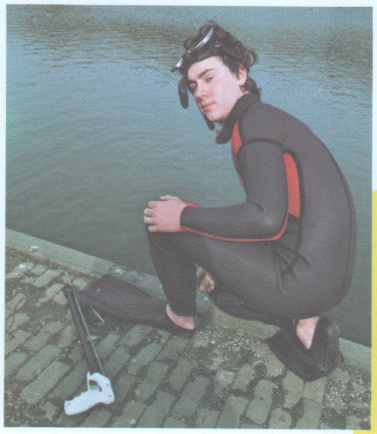
Cosmetica en chemie.

Het kraken is een belangrijk proces in het vormen van ''bouwstenen'', een soort vóór-produkten waaruit weer de olefinen en de aromaten kunnen worden bereid door o.m. reformingprocessen. Op de foto in de achtergrond een kraakinstallatie van Esso bij het Zweedse Stenungsund.

Bouwstenen

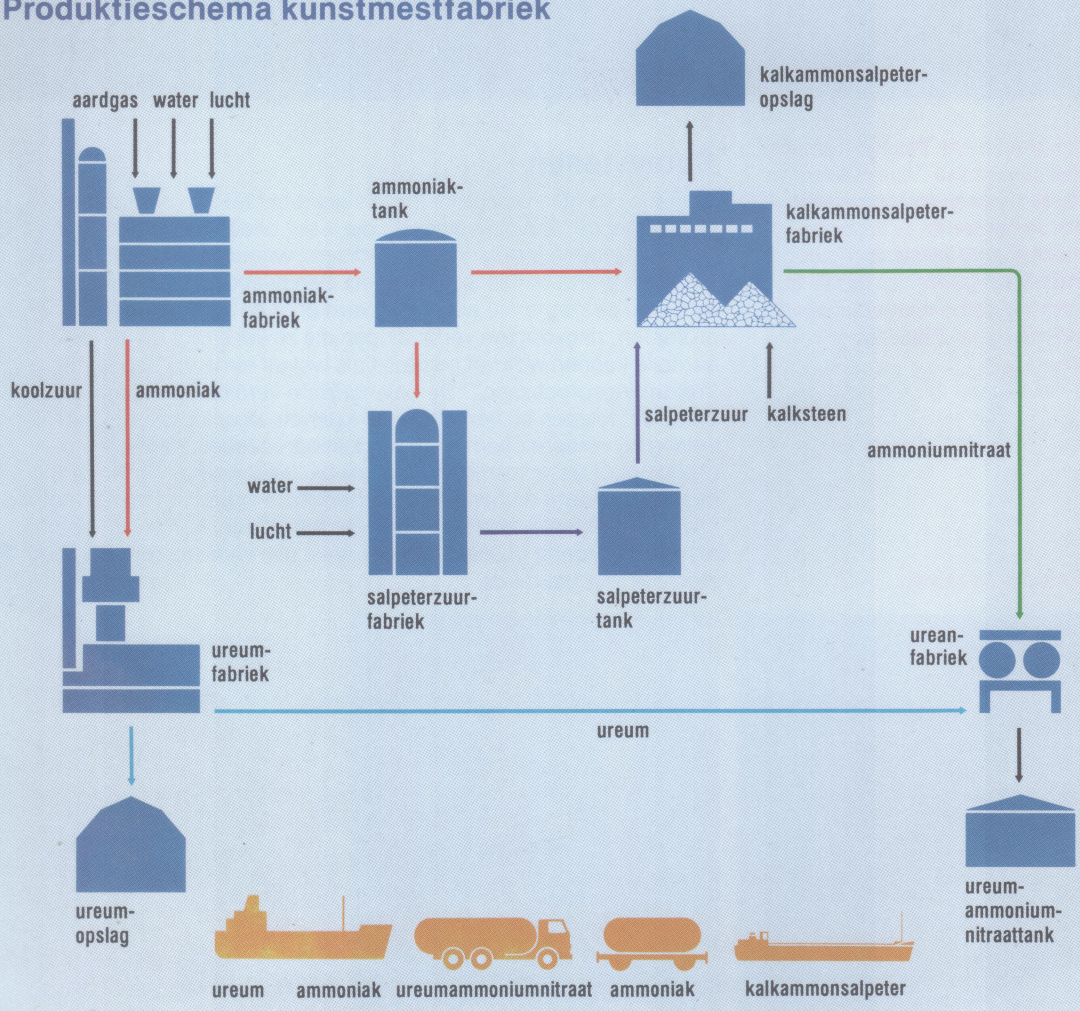
De nafta wordt in een groot fornuis gekraakt tot een aantal basis-produkten, de ''building blocks'', die weer uiteen gerafeld worden tot olefinen (etheen, propeen en butadieen), waarop praktisch de hele moderne petrochemie is gebaseerd. Een tweede aandeel in die moderne petrochemie wordt geleverd door de zogenaamde aromaten, ringvormige verbindingen die zowel direct uit de ruwe aardolie kunnen worden gemaakt als wel uit nafta via bepaalde ''reformingsprocessen''. De belangrijkste verbindingen daarvan zijn benzeen, tolueen en verschillende xylenen en ook deze zijn van belang bij verdere chemische produktieprocessen, namelijk als grondstof of als oplosmiddel (zie ook bij ''Bouwstenen''). Nu is al gezegd dat nafta en benzine, als chemische grondstof en als motor-brandstof, eigenlijk concurrenten van elkaar zijn, hoewel de chemie maar een beperkt gedeelte van de ruwe olie voor zich opeist, namelijk zo'n 7% van het totaal.

Watersport en chemie.



Beelden van een viertal zaken in ons dagelijks leven waaraan chemie onverbrekelijk is verbonden.

Produktieschema kunstmestfabriek



Wederom een beeld uit de kunstmestproduktie. Links een grote koeltoren in de keten van hulpfaciliteiten. Daaronder een produktieschema dat laat zien welke stappen worden genomen om van grondstof tot eindprodukt te komen.

Recente verandering

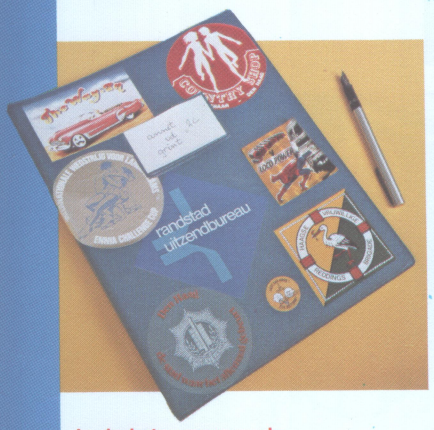
In Europa was dat eerst helemaal geen probleem. De raffinaderijen produceerden veel zware produkten zoals stookolie. Personenauto's reden er nog lang niet zoveel als tegenwoordig en de lichtere destillaten waren ruim voorhanden en bovendien goedkoop, omdat de raffinageprocessen nu eenmaal in een vaste verhouding de eindprodukten opleveren. De chemische industrie kon zodoende bijzonder snel groeien omdat zij ruim de beschikking had over die relatief goedkope grondstof. De situatie is intussen wel aanzienlijk veranderd. Er zijn in Europa veel meer auto's gekomen die een aanslag doen op de benzineproduktie, terwijl de raffinagestructuur zich niet voldoende in de richting van ''lichte'' produkten wijzigde. Ten gevolge van de oliecrisis van 1973/1974, en later nog eens in 1978/1979, is de aardolie, en dus ook de nafta, veel duurder geworden. Voor de onderlinge concurrentie tussen benzine en nafta maakt dat niet eens zoveel uit. Behalve in tijden van schaarste, omdat de oliemaatschappijen hun autoklanten willen bedienen. Maar het betekent wel dat die chemische industrie op de wereldmarkt – als gevolg van de sterk stijgende grondstofprijzen – duurdere produkten moet gaan verkopen.

Kostenvoordeel

Er zijn namelijk nog andere methoden om ''building blocks'' voor chemie te maken. In de V.S. was de structuur van de raffinage-industrie, veel meer dan in Europa, gericht op de produktie van benzines, omdat daar al veel meer auto's reden en deze ook een veel groter verbruik hadden. Voor het vervaardigen van chemische grondstoffen bleef derhalve weinig ruimte over. De chemische basisprodukten werden in Amerika gemaakt uit bepaalde zwaardere bestanddelen van het aardgas en uit de gassen van het raffinageproces. En aardgas was goedkoop, dank zij de door de overheid vastgestelde lage prijzen, en daardoor ook die zwaardere bestanddelen. In de Verenigde Staten kon de chemische industrie zich dan ook ontwikkelen op basis van goedkope, ruim voorhanden zijnde, grondstoffen. Alleen voltrok die ontwikkeling zich wel op een andere manier dan in ons werelddeel. Inmiddels begint ook in de V.S. de situatie te veranderen. Het aardgas raakt op en de prijs ervan gaat omhoog, waar tegenover staat dat de Amerikaanse chemische industrie nog altijd een kostenvoordeel heeft op het punt van grondstoffen ten opzichte van de chemische industrie in Europa; een voordeel dat ontstond tijdens de oliecrisis van 1973. Wat dat betekent zullen we verderop zien.

BOUWSTENEN

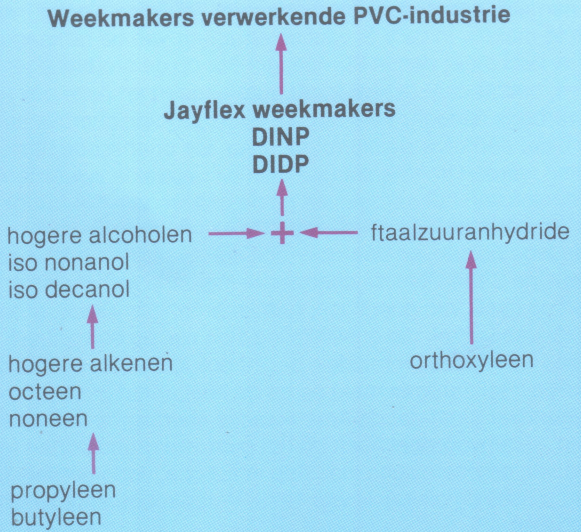
De ''building blocks'' vormen de uitgangsprodukten – d.w.z. de grondstoffen – voor de petrochemische industrie. Er zijn twee verschillende soorten: de ***olefinen*** *met rechte koolstofketens en dubbele bindingen tussen de koolstofatomen en de* ***aromaten,*** *verbindingen met een ringvormig koolstofskelet al of niet met dubbele bindingen. De olefinen (ook wel alkenen genoemd) zijn etheen, propeen, de butenen en butadieen (dat twee dubbele bindingen heeft). Deze stoffen kunnen direct worden gepolymeriseerd tot de gelijknamige kunststof (plastic of synthetische rubbers). Ze kunnen ook worden omgezet tot tussenprodukten (intermediates) en vervolgens tot chemische eindprodukten. De aromatische ''building blocks'' zijn benzeen, tolueen, de xylenen en cyclohexaan (dat in feite benzeen is zonder dubbele bindingen).*

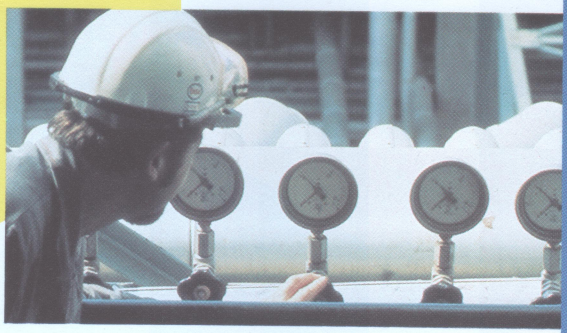


In de keten vormen de ''bouwstenen'' de 2e fase. Zij zijn eigenlijk de startblokken in de echte race naar het eindprodukt.

De olefinen worden gemaakt uit nafta door kraken met stoom (of, zoals gezegd, uit LPG, aardgasbestanddelen of uit gasolie). Het belangrijkste produkt is etheen, basis voor het grootste deel (in volume) van de petrochemische produktie. Een andere bereidingswijze voor etheen is het hydrogeneren van acetyleen (dat eerst uit calciumcarbide wordt vervaardigd). Dit is de oude methode die echter tot in de jaren vijftig in Europa werd toegepast. Een tweede manier, die in sommige derdewereldlanden in zeer beperkte mate nog wel wordt toegepast is het onttrekken van water (dehydreren) aan alcohol, die eerst via fermentatie (een soort gistingsproces) uit biomassa wordt bereid. De grootschalige produktie van etheen en andere olefinen gebeurt praktisch overal uit nafta (of LPG, of gasolie) via kraakprocessen met stoom bij atmosferische druk en een temperatuur van 800 tot 900°. In een typische naftakraker wordt één ton etheen geproduceerd uit drie ton nafta, terwijl als ''bijprodukt'' 0,5 ton propeen, 0,125 ton butadieen en 0,125 ton butenen worden afgescheiden. Een etheenkraker daarentegen levert 1 ton etheen uit 1,3 ton ethaan.
Aromaten worden eveneens uit nafta vervaardigd via zgn. ''reformingsprocessen'' bij 400 tot 500° en 25 tot 35 atmosfeer druk. Uit nafta ontstaat een mengsel dat 45 tot 55% aromaten bevat. Deze worden geëxtraheerd en vervolgens gescheiden.

De vinylsketen met als onderdeel weekmakers die een tussenprodukt vormen voor de industrie die de eindprodukten maakt en op de markt brengt. Essochem Holland maakt die weekmakers.



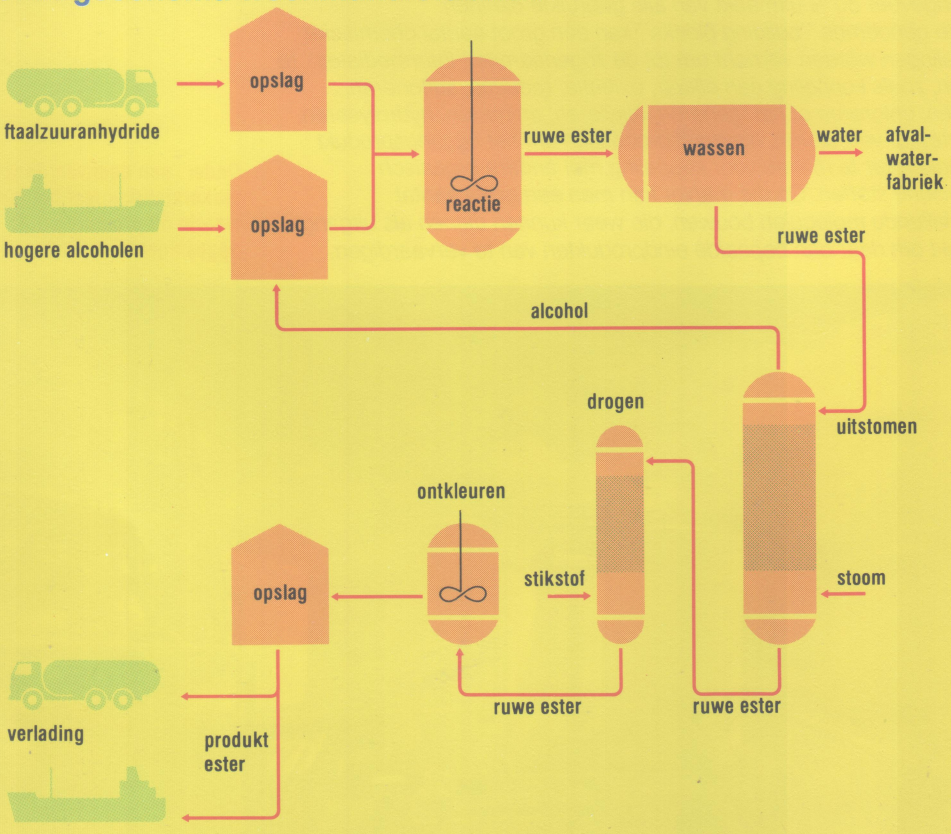


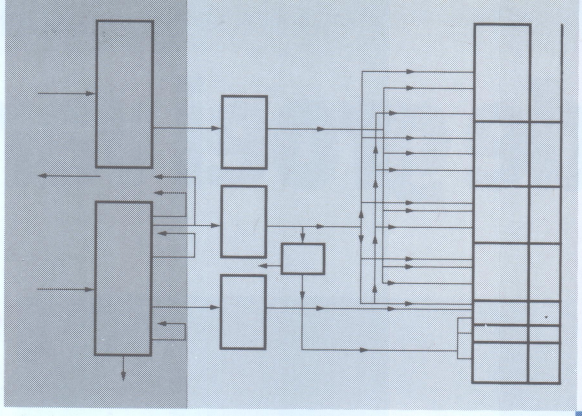
Om een indruk te geven van de hoeveelheden olefinen en aromaten, die in de wereld worden geproduceerd, is het voldoende om te zeggen dat in 1980 kunststoffen tot 50% van de petrochemische produktie voor hun rekening namen, synthetische vezels 25% en synthetische rubbers 15% (in 1990 zal het aandeel van de plastics zijn gestegen tot 60%. De procenten geven hier de waarde van de produktie).
In volume bedraagt de hoeveelheid plastics wereldwijd (zonder het Oostblok) ongeveer 45 miljoen ton (1980); dat is circa vijf maal zoveel als de hoeveelheid synthetische vezels.
De kunststoffen zijn voor ongeveer 80% afhankelijk van olefinen als grondstof en voor 20% van aromaten (afgezien van bepaalde anorganische produkten zoals chloor). Bij vezels is het andersom. Daar zijn de produkten voor ongeveer 60% opgebouwd uit aromaten, hoewel ook hier de olefinen belangrijk zijn.
Net zoals plastics het totale gebruik van petrochemische produkten verreweg domineren, zo doen de olefinen dat als grondstof. En van deze olefinen is etheen weer verreweg de belangrijkste, omdat deze stof ongeveer 80% uitmaakt van alle gebruikte olefinen.
Met de genoemde ''building blocks'' kan een groot aantal chemische handelingen worden verricht om tot de zogenaamde ''intermediates'' te komen, zoals koppeling aan elkaar, oxidatie, reductie, sulfoneren, nitreren, chloreren of halogeneren, alkyleren, animeren, hydrolyseren, hydreren of veresteren, allemaal processen om het uitgangsprodukt toegankelijker te maken voor koppeling met andere organisch chemische stoffen. Op die manier kan men een groot aantal verschillende moleculen bouwen, die weer kunnen dienen als uitgangsprodukt om daar dan bepaalde eindprodukten van te vervaardigen.

Onder: een deel van de weekmakersfabriek met het tankpark waarin dit produkt wordt opgeslagen.

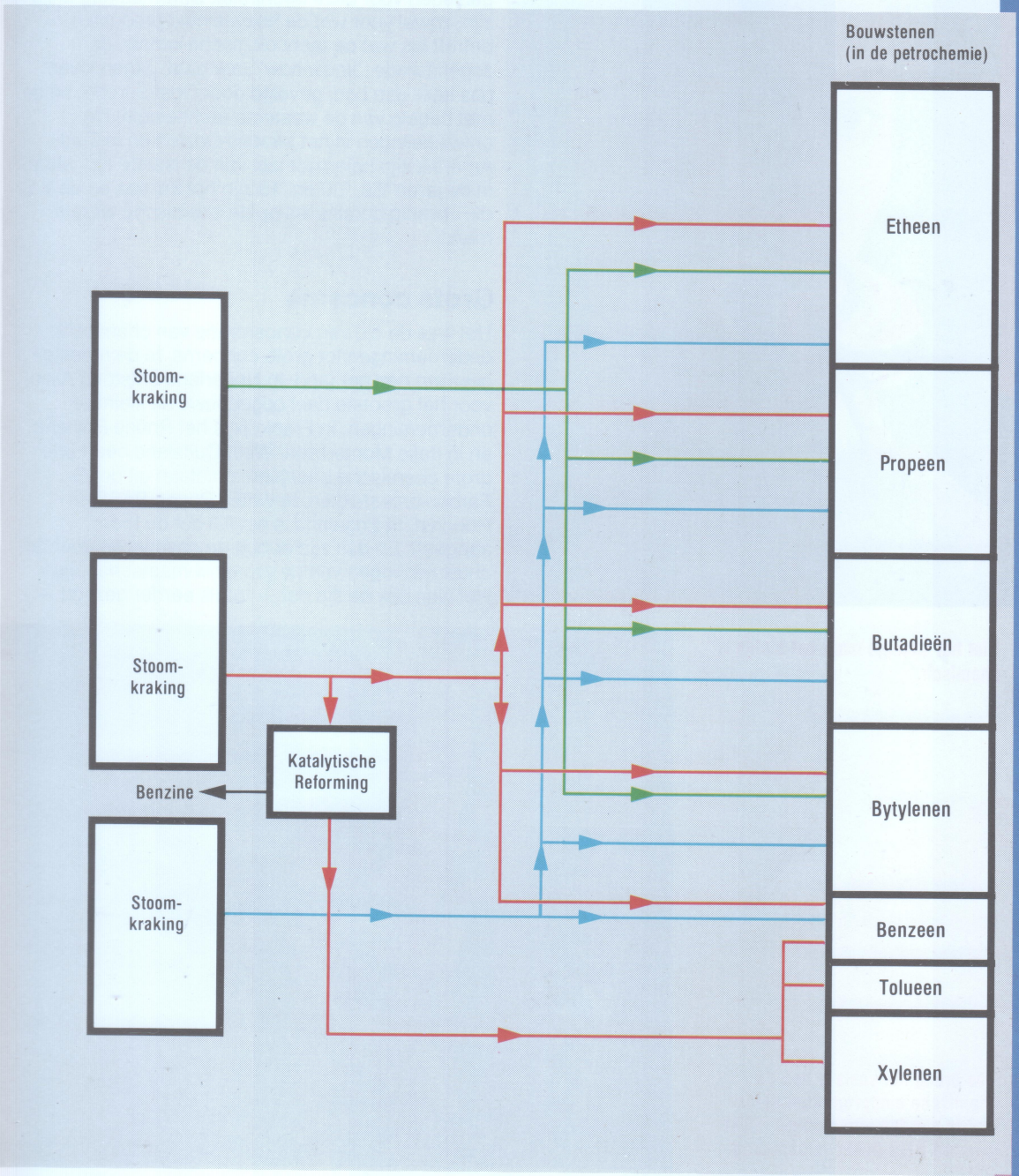
BOUWSTENEN

Verwerkingsschema weekmakersfabriek

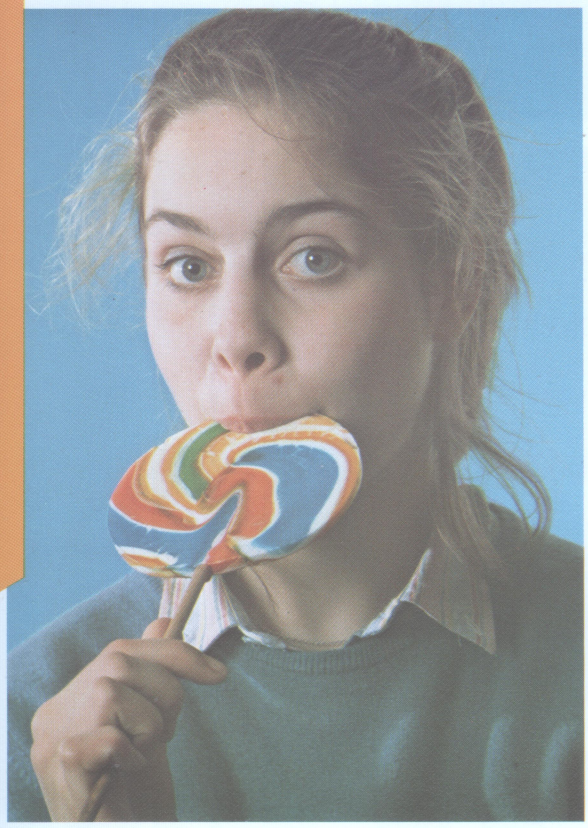




Hier nogmaals Essochem Holland's weekmakersfabriek in beeld met daaronder het produktieschema van deze fabriek. Verder het tweede deel van het totaalschema.



4 de groei van chemie



Niet het snoepje maar het stokje is chemisch.

We hebben ons tot hier beperkt tot de uitgangssituatie van de chemische industrie in Europa en in de Verenigde Staten, omdat dit de belangrijkste gebieden voor deze bedrijfstak waren en nog altijd zijn, zowel voor wat de hoeveelheid produkten betreft als wat de technologische kennis, de zogenaamde ''know-how'', aangaat. Japan kwam pas later aan bod, gevolgd door Oost-Europa, beide met behulp van de westerse technologie. De ontwikkelingen in het Midden-Oosten en in Zuid-Amerika zijn helemaal iets van de laatste tijd. Maar in de jaren '50, '60 en '70 zijn het Europa en de V.S. die volledig domineren op de chemische wereldmarkt.

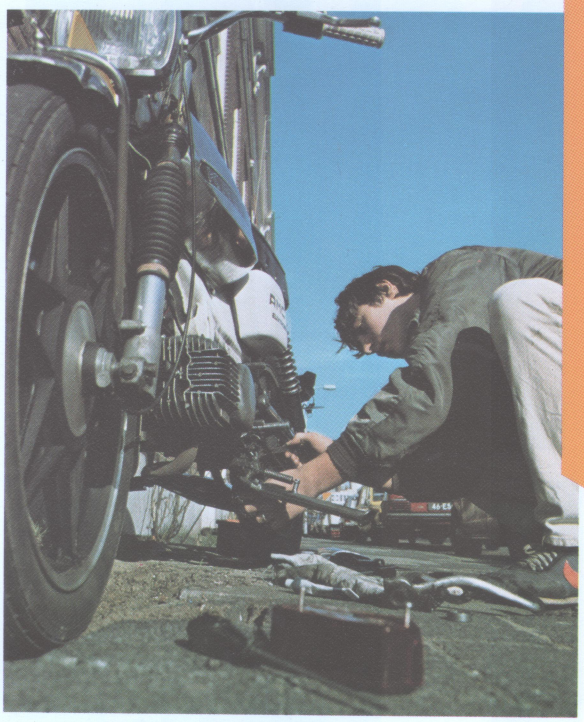
Grote concerns

Het was de tijd van concentratie van chemische ondernemingen tot grote concerns. In de meeste gevallen één per land. In Nederland ontstond Akzo, voor het grootste deel opgebouwd uit kleinere ondernemingen. In Frankrijk is het Rhône-Poulenc en in Italië Montedison. West-Duitsland heeft drie grote chemische bedrijven, ontstaan uit de IG-Farben-brokstukken, te weten Bayer, BASF en Hoechst. In Engeland is het ICI dat de toon aangeeft. En dan zijn er nog de chemische dochterondernemingen van de grote oliemaatschappijen. Het was ook de tijd dat – zoals eerder gezegd –

Hoe breed het scala is van de chemische eindprodukten die in massa worden vervaardigd, blijkt weer uit deze bonte verzameling.

Weer een toepassing: de fotografie, voornamelijk opname-films voor zowel amateur- als beroepsfotografen, maar ook voor de industrie en de medische sector.

de grote Amerikaanse ondernemingen zich in Europa kwamen vestigen. In Nederland zijn het o.a. Dow Chemical, Du Pont de Nemours en Hercules en ook de oliemaatschappijen Gulf, Mobil en Esso, waarvan de laatste, naast raffinage, beschikt over een groot complex van chemische fabrieken. In België vestigden zich Union Carbide en Monsanto, maar ook Engelse en Duitse bedrijven trokken naar de havens van continentaal Noordwest-Europa. Beide landen liggen gunstig en hebben een goed ondernemings- en arbeidsklimaat. De meeste buitenlandse bedrijven vestigen zich er met zogenaamde bulkprodukties, grote fabrieken die enkele produkten in enorme hoeveelheden vervaardigen. De technische kennis voor de fabricage brengen ze mee van huis. Het is een situatie die in eerste instantie leidde tot een geweldige expansie van de chemische bedrijfstak in deze twee landen, maar die later, ná de groei, problemen met zich mee zou brengen. Het is een tijdperk van zeer grote activiteit en een periode van ononderbroken groei, die gedurende meer dan tien jaar ruim boven 10% per jaar lag en die voor bepaalde produkten, over dezelfde tijd, het dubbele daarvan bedroeg. En dat is echt een onvoorstelbare groei.



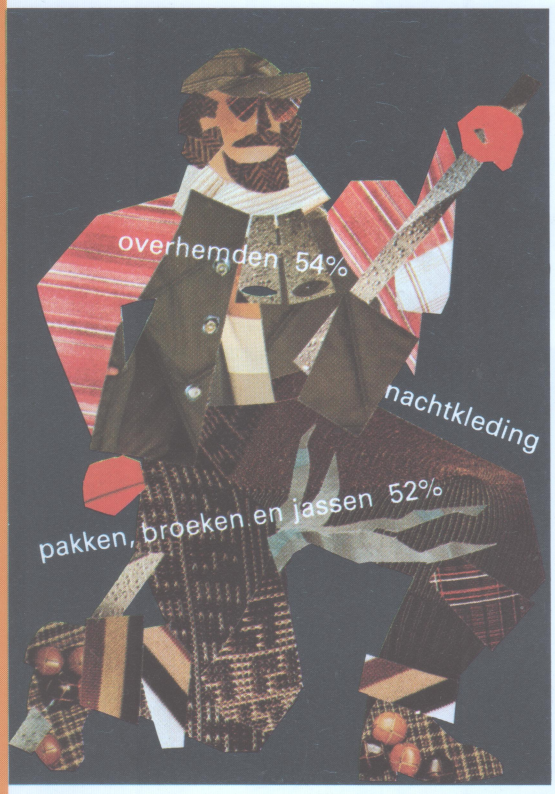
Hout en ijzer waren vroeger de materialen waaruit gereedschap werd gemaakt. Kunststof speelt daarin nu een belangrijke rol, vooral in het elektrische gereedschap.

De 15 grootste chemische ondernemingen*

	Europa	Verenigde Staten	Omzet
1	Hoechst		16,5
2	Bayer		16
3	Basf		15,4
4		Dupont	13,7
5	ICI		13,3
6		Dow	10,6
7		Union Carbide	10
8	RD/Shell		9,5
9	Montedison		9,3
10		Exxon Chemical	8,2
11	Rhône-Poulenc		7,1
12	DSM		6,7
13		Monsanto	6,6
14	Akzo		6,3
15		W. R. Grace	6,1

*omzetcijfers 1980 in miljoenen dollars

De cijfers in de linkerkolom geven de omvang qua omzet aan. Daaruit blijkt dat de grootste chemische ondernemingen voornamelijk in Europa geconcentreerd zijn. De Amerikaanse ondernemingen hebben echter eveneens zeer grote chemische vestigingen in Europa.



Grootschaligheid van de produktieprocessen was een belangrijke oorzaak van de relatief lage prijs en de ongeëvenaarde penetratie van de nieuwe produkten in onze samenleving.

Daar waar wij vroeger natuurlijke produkten onmisbaar achtten, bijvoorbeeld textiel, vervult het synthetische materiaal niet alleen een aanvullende functie. In enkele gevallen heeft het de oorspronkelijke grondstoffen (o.m. zijde voor dameskousen) geheel verdrongen.

Natuurlijke produkten

Voor die groei zijn twee ontwikkelingen in hoge mate verantwoordelijk geweest. De eerste is de penetratie die de chemie heeft uitgevoerd op de markt van natuurlijke produkten. Chemische produkten gingen in die tijd steeds meer bestaande natuurlijke produkten verdringen. Ten eerste omdat ze goedkoper waren, maar daarnaast ook omdat ze hun rol van produkt beter konden vervullen. Dat is logisch.
Een natuurlijk produkt wordt namelijk voor een bepaald doel gebruikt met zijn goede en slechte eigenschappen. Maar het wordt gekozen omdat het op de beste wijze de gevraagde functie kan vervullen. Denk bijvoorbeeld aan hout als constructiemateriaal. En aan wol, linnen en leer voor de kledingindustrie. Maar het synthetische produkt kan, dank zij het wetenschappelijk onderzoek, als het ware worden toegesneden op de functie die het moet vervullen. Dat wil zeggen, de goede eigenschappen verder ontwikkelen en de slechte terugdringen. Natuurlijk was dit in de beginperiode niet zo sterk het geval, maar al snel wisten de chemische onderzoekers op dit punt belangrijke resultaten te bereiken.

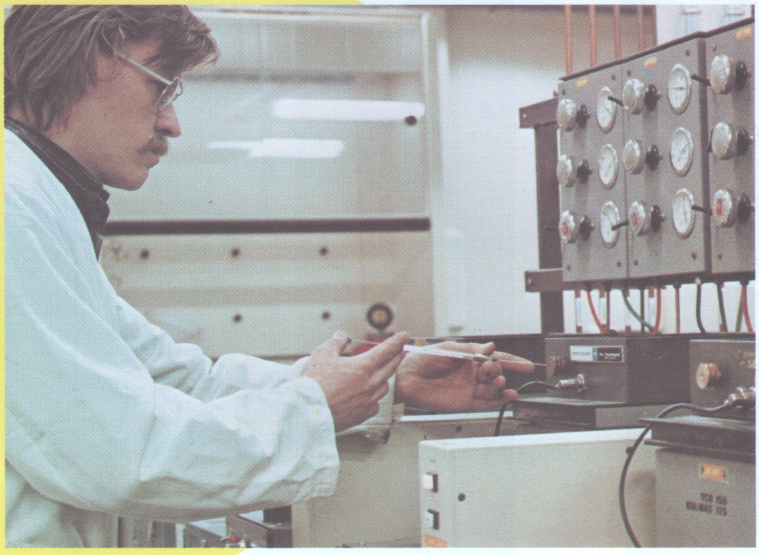
Je komt het chemische massa-artikel als wegwerpprodukt dan ook ieder moment van de dag tegen. Natuurprodukten zijn veel minder ''vervangbaar'' en te duur als wegwerpmateriaal.

Lage prijs

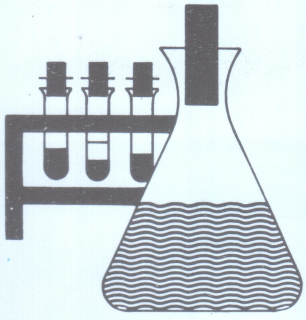
Het tweede punt is de prijs. De chemische industrie kreeg haar processen steeds beter onder de knie (ook een kwestie van research) en slaagde erin steeds grotere fabrieken te bouwen. Werd er bijvoorbeeld begonnen met een etheenkraker van 50.000 ton produkt per jaar, dan zijn die installaties tegenwoordig tien tot twaalf maal zo groot. Wat dat voor de kostprijs van het produkt dat in die installatie wordt gemaakt, betekent, laat zich raden. Het is die combinatie van steeds nieuwe produkten voor steeds nieuwe toepassingen, tegen steeds lagere prijzen geweest die de chemie haar geweldige groei hebben gegeven.

technologie

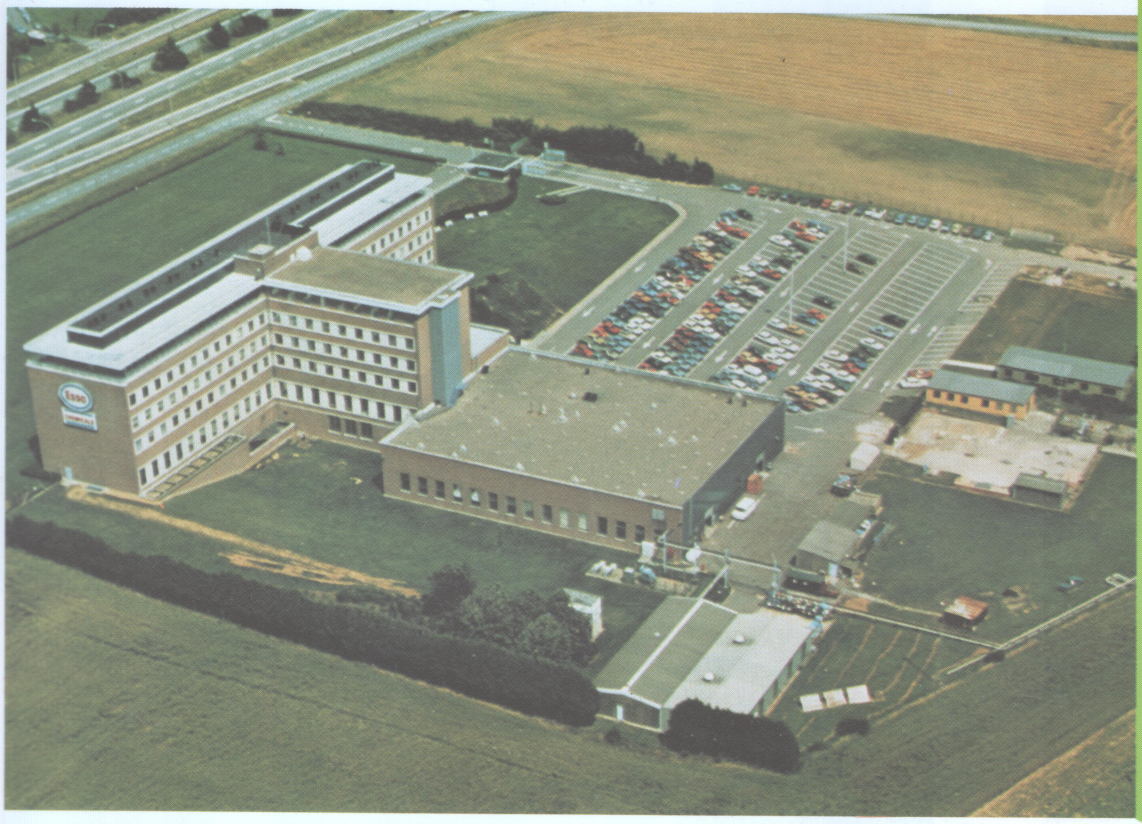
Het doel van toegepaste research is innovatie. Ontwikkeling is nodig om de technologie rijp te maken voor industriële produktie die ook commercieel haalbaar is.

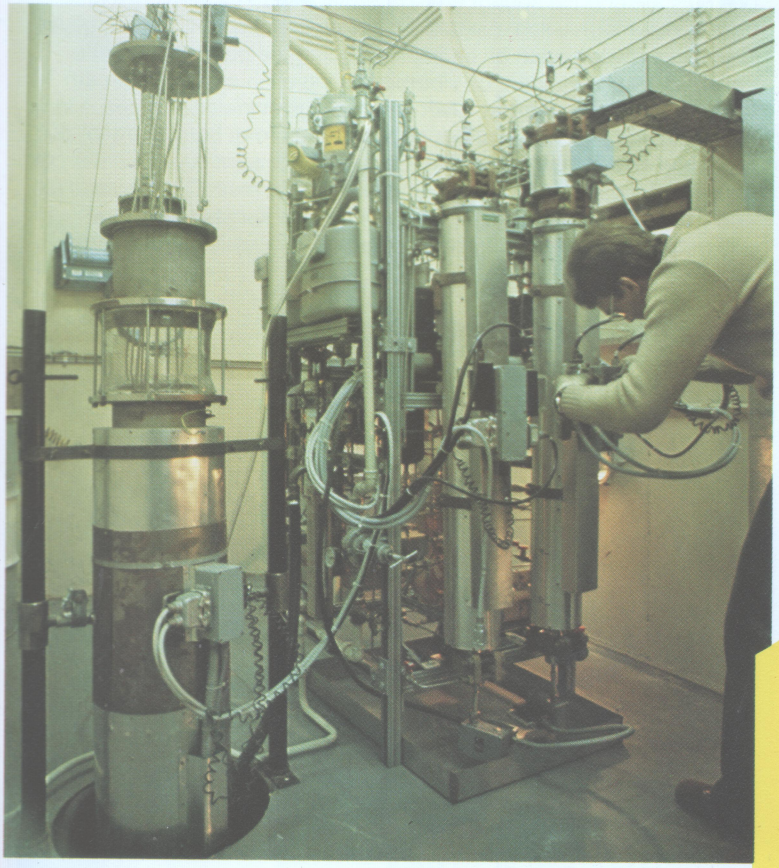


Van het begin af heeft technologie vooraan gestaan. Momenteel voert iedere belangrijke chemische onderneming haar research-activiteiten op. Ook Exxon Chemical. Nieuwe processen en nieuwe grondstoffen worden verwacht aan het einde van de jaren tachtig. De basis-technologie bestaat thans al vele jaren maar in de verschillende technologie-centra van Exxon Chemical wordt hard gewerkt aan geheel nieuwe toepassingen. Per jaar worden vele honderden miljoenen guldens aan ontwikkeling besteed.
Bij elk van de tien produktgroepen van Exxon Chemical behoort een zogenaamde Technologie Divisie. Deze tien divisies ressorteren onder een centraal Chemical Technology Department. Op een aantal plaatsen in de wereld staat een technologisch centrum, gewoonlijk in de nabijheid van een of meer grote chemische bedrijven van Exxon Chemical. Daar werken honderden chemici en chemisch-technologen aan de verbetering van bestaande processen en produkten en aan innovatie.



Daarbij gaat het tegenwoordig niet alleen meer om het produkt. Zeker even belangrijk is procestechnologie: hoe kunnen fabrieksprocessen zo doelmatig, veilig en (energie-)zuinig mogelijk worden gemaakt. In het Technologie Centrum van Esso Chemie in Rotterdam wordt daar aan gewerkt.





Controle op de kwaliteit en technische service aan de afnemers horen daar ook bij. Bij Brussel heeft Essochem Europe Inc. een grote vestiging waar aan deze aspecten veel aandacht wordt geschonken.

Een kleine proeffabriek levert vaak de kennis die men nodig heeft zonder dat men met de grote produktie-installaties behoeft te experimenteren.

5 onzichtbare chemie

Grote chemische installaties, zoals hier gekoppeld aan een raffinaderij, verbruiken enorme hoeveelheden energie. Juist de laatste jaren is door de introductie van nieuwe energiebesparende technieken daarin veel verbetering gekomen. Lager energieverbruik betekent tegelijk minder milieu-verontreiniging.

Verbluffende verandering in kwarteeuw

Maar bij dat alles blijft die chemie, tenminste in haar produkten, eigenlijk toch onzichtbaar. Alleen voor de mensen die de verschillen met de situatie van 25 jaar geleden goed onderkennen, is de verbluffende verandering zichtbaar die chemie met zich heeft meegebracht. Maar toch, al neemt men een willekeurig onderwerp in ons huis: de chemie springt eruit. Energiebesparing, woningisolatie door spouwmuurvulling, dakbedekking zowel buiten als binnen, gevel-bekleding, afvoerpijpen en badkamersanitair, de bekabeling, natte cellen en tussenwanden; de vloerbedekking en in de meubelen de vulling met schuimsoorten. Over de voedingsmiddelenindustrie is in het begin van dit verhaal al iets gezegd, vooral met betrekking tot de produktie en het bewaren ervan. Op dat laatste punt speelt echter ook de verpakkingsindustrie een belangrijk woordje mee. Deze is zelfs tot één van de grootste toepassingen van de hele kunststofindustrie geworden, waarin vooral kostenbesparend en kwaliteitsverbeterend wordt gewerkt.

Chemische installaties blijven voor velen geheimzinnig omdat zich wat daarin afspeelt, onttrekt aan het menselijk oog. Gelukkig beschikt een goed chemisch bedrijf over een breed scala van zeer verfijnde instrumenten die alles binnen in die installaties waarnemen. De gegevens van dat instrumentarium worden per computer verwerkt en zijn direct afleesbaar.

Foto linksonder:
Dat neemt niet weg dat zeer vaak op de buitenlocaties controles moeten worden verricht waarbij zeer strenge voorzorgsmaatregelen worden genomen.

Alleen eindprodukten zijn goed zichtbaar en wel door het gebruik op allerlei manieren in het dagelijks leven.

Op de sneeuw na

Neem het bedrijven van sport. Alleen al de technische uitrusting van de sporters is de laatste jaren met sprongen verbeterd. Een sport als skiën is praktisch helemaal een chemische aangelegenheid geworden (op de sneeuw na... hoewel!). Kleding, schoenen en skies, alles is chemie.

Voor- en nadelen

De conclusie die uit dit alles valt te trekken is de volgende: in ongeveer 25 jaar heeft de chemie zich voor de welvaart, economie, werkgelegenheid en uiteraard door een lawine van nieuwe produkten, een uiterst belangrijke plaats in ons leven verworven. Met al haar voordelen die we zo makkelijk vergeten en natuurlijk ook met nadelen als lucht- en waterverontreiniging, afvalstoffen, bepaalde produkten die op langere termijn minder veilig blijken te zijn dan oorspronkelijk werd aangenomen en met de beroepsziekten. Zaken waarmee we dagelijks door de nieuwsmedia worden geconfronteerd. Die nadelen zijn echter in principe en ook in de praktijk oplosbaar, mits we er maar voldoende aandacht en research aan besteden. Een belangrijk deel van het milieuprobleem is namelijk ontstaan in die jaren van groei. Alle krachten moesten worden gebundeld om die enorme expansie te kunnen volgen en bij te houden. Bovendien was er gebrek aan kennis zowel bij de bedrijven als bij de overheid en de burgerij. Daarnaast was er gebrek aan tegenkrachten.

TUSSENPRODUKTEN

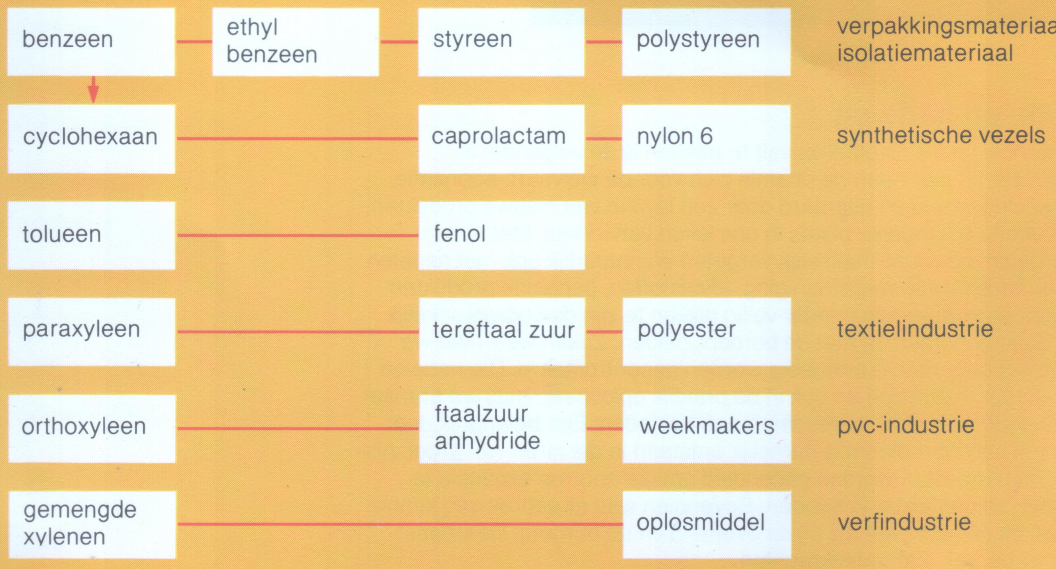
Dit zijn, eenvoudig gezegd, de produkten in de fase tussen de ''building blocks'' en de eindprodukten. Deze fase in de weg naar het eindprodukt kan bestaan uit één stap (ze kan ook helemaal worden overgeslagen, bijvoorbeeld in de directe polymerisatie van bepaalde bouwstenen tot hun gelijknamige kunststof, hoewel er ook hier in de meeste gevallen eerst een ''monomeer'' wordt vervaardigd). Ze kan ook een zeer groot aantal stappen in beslag nemen, bijvoorbeeld bij bepaalde farmaceutische produkten waar steeds een tussenprodukt uit het reactiemengsel moet worden afgescheiden en moet worden gezuiverd (opgewerkt). De verscheidenheid van de verschillende tussenprodukten is zeer groot. Uit etheen wordt bijvoorbeeld etheenoxide gemaakt (naast ethylalcohol, ethylchloride, ethylbenzeen en etheendichloride, die elk weer tot een reeks van verdere tussenprodukten en tot eindprodukten leiden).

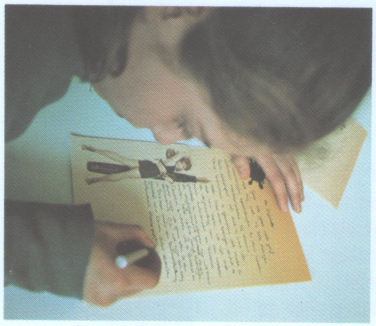
Uit etheenoxide wordt weer een reeks van produkten gemaakt, een hele familie van glykolen (hogere alcoholen) en daarvan weer afgeleide glycolethers en bepaalde amines.

Etheenglycol is het bekende produkt antivries en wordt ook toegepast als werkvloeistof in koelsystemen (maar daarvoor is nog een reeks van andere chemische produkten beschikbaar) en het wordt gebruikt bij de vervaardiging van polyester kunststoffen en vezels.

In de petrochemie is ethylalcohol ook een tussenprodukt (in de zgn. ''groene chemie'' is het een grondstof die direct uit de biomassa wordt bereid door fermentatie). Vroeger was het een belangrijke grondstof voor de bereiding van azijnzuur, maar daar is tegenwoordig een

Een beeld van tussenprodukten geeft dit schema waarbij benzeen en tolueen zeer belangrijk zijn.





rechtstreeks proces voor ontwikkeld. Het wordt nu voor een groot deel als oplosmiddel gebruikt en heeft daarbij de ''natuurlijke'' alcohol verdrongen (die voor consumptiedoeleinden wordt gebruikt) en op die manier heeft de synthetische alcohol mogelijk wat ''ruimte'' gegeven aan de verbouwing van voedingsgewassen. Dat laatste is in omgekeerde zin trouwens een dringend probleem voor de niet eens zo verre toekomst als we namelijk een deel van het land zouden gaan gebruiken voor het verbouwen van zgn. ''energiegewassen''; of moet de voedselproduktie voorrang hebben?).

Propeen is als bouwsteen het uitgangspunt voor een aantal kunststoffen (thermoplasten en thermoharders, waaronder een aantal ''engineering'' plastics) bepaalde synthetische rubbers en belangrijke kunstvezels (bijv. polyacryl). Buteen en butadieen worden voor het grootste gedeelte gebruikt als uitgangsprodukt voor bepaalde synthetische rubbers, maar sinds kort ook als basisprodukt voor de bereiding van benzineverbeterende stoffen, nu het lood eruit moet, en bepaalde aromaten, die eveneens de klopvastheid van de benzine kunnen verbeteren niet altijd kunnen worden toegepast, gezien de mogelijke gevaren of de hoge prijs.

Van de aromaten is benzeen de belangrijkste. Het grootste deel wordt omgezet in ethylbenzeen en vervolgens in styreen en polystyreen. Een ander deel wordt omgezet in fenol en vervolgens in nylon (via caprolactum) en verschillende types van kunstharsen, zoals fenolformaldehyde-harsen en epoxyharsen.

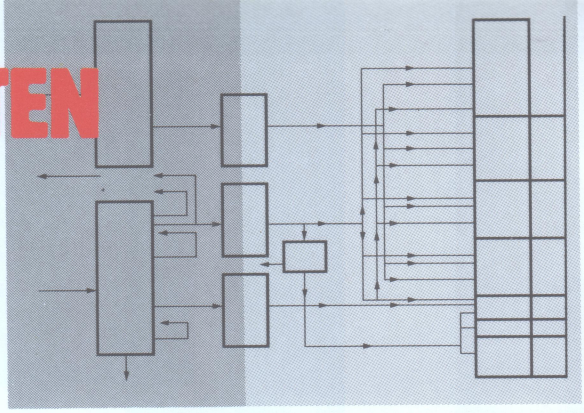
Tolueen is de laatste jaren belangrijk geworden als mengprodukt bij benzine, maar wordt ook gebruikt als uitgangsprodukt bij de bereiding van TNT (trinitrotolueen) en van polyurethaan kunstharsen.

De xylenen vormen uitgangsprodukten voor verschillende polyester kunststoffen en vezels, maar ook voor oplosmiddelen.

Uiteindelijk heeft al deze chemie eindprodukten als resultaat.

Deze worden zelfs in afgelegen gebieden als het hoge noorden toegepast.

TUSSENPRODUKTEN



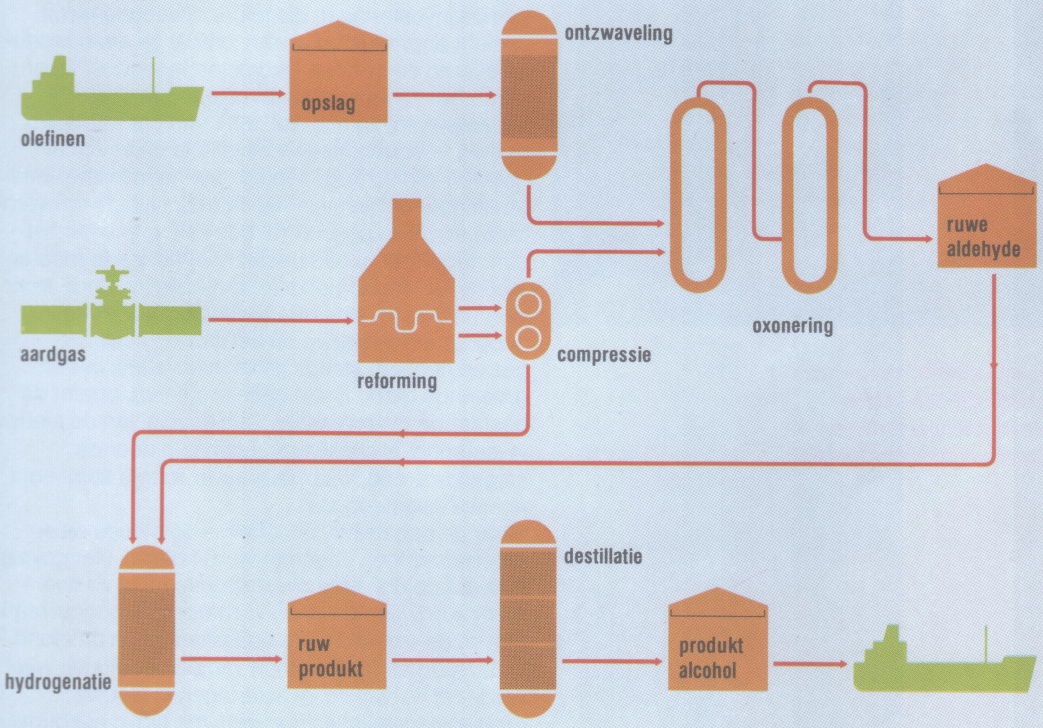
We zijn dus in de derde fase aangeland: die van de tussenprodukten. Het onderstaande deel van het totale schema geeft dat goed aan. Voor de chemische industrie is integratie van de verschillende onderdelen in zo'n produktieketen economisch erg belangrijk. In iedere fase is men verzekerd van de chemische stoffen voor de volgende etappe.

Bouwstenen (in de petrochemie)	Tussenprodukten (enkele voorbeelden)
Etheen	Vinylchloride Etheenoxide Acetaldehyde Vinylacetaat Trichlooretheen
Propeen	Isopropanol Propeenoxide Cumeen Butanol – 1 + 2-Ethylhexanol Acrylonitrile Glycerol
Butadieën	Polybutadieën SBR Polychloropreen Nitrilrubber
Bytylenen	Methylethylketon Hepteen Isobuteen
Benzeen	Styreen Cyclohexaan Cumeen + Fenol
Tolueen	
Xylenen	

Katalytische Reforming

Een nieuwe stap in bijvoorbeeld de vinylsketen van Essochem Holland Inc. is de produktie van oxo-alcoholen, één van de belangrijkste basisstoffen voor de weekmakers-fabricage. Een produktieschema van de oxo-alcoholenfabriek en een foto van een deel van de installaties staan ook op deze pagina. En niet te vergeten de controle op de kwaliteit van weekmakers waarbij het menselijk reukvermogen nog onmisbaar blijkt.

Stroomschema oxo-alcoholenfabriek



6 verminderde groei

Een van de grootste problemen van de chemische industrie thans is de overcapaciteit. Bovendien werden de afgelopen jaren de investeringen in fabrieken door milieu-eisen steeds hoger: soms zelfs beliepen de kosten daarvoor 20% van het totaal.

Milieubeschermende maatregelen zijn noodzakelijk. De kosten daarvoor moeten wel in de prijs van het eindprodukt tot uiting komen.

Verandering

Rond het begin van de jaren zeventig begint er verandering te komen in die geweldige groei van de chemische industrie. Daarvoor was een aantal factoren tegelijk verantwoordelijk.
De hiervoor reeds aangegeven milieuverontreiniging werd ''ontdekt'', hetgeen leidde tot een toeneming van de investeringen die in bedrijfseconomisch opzicht onproduktief waren, omdat ze geen produkt opleveren en er geen inkomsten tegenover staan. Sindsdien zijn de milieu-investeringen snel opgelopen tot zo'n 10 tot 15% van het totale bedrag voor een nieuwe installatie en er zijn al getallen van 20% genoemd. Overigens is het veel goedkoper om een nieuwe fabriek al in de ontwerp-fase van milieubeschermende zaken te voorzien, dan deze later in een bestaande fabriek te moeten inbouwen. De bloeiende chemische industrie trok veel nieuwe investeerders; fabrieken werden in hoog tempo gebouwd en dat waren, zoals we gezien hebben, steeds grote installaties. In een groeiende markt is dat geen probleem, omdat de bestaande overcapaciteit, als gevolg van de nieuwe investering, al snel wordt ingehaald door de stijgende vraag, waarna er weer ruimte komt voor nieuwe investeringen.
Maar de penetratie van chemie op steeds weer nieuwe markten begon te verminderen. Het gevolg was dat de ontstane overcapaciteit niet zo snel meer verdween en er een scherpe prijsconcurrentie tussen de verschillende ondernemingen ontstond. Deze roomde het inkomen van de bedrijfstak weer verder af, terwijl de investeringen in nieuwe produktie-installaties nog geruime tijd in het oude tempo doorgingen.

Ondanks de hogere kosten van grondstof (dure olie!) en produktie gaat de vervanging van natuurlijke produkten door synthetische nog steeds verder.

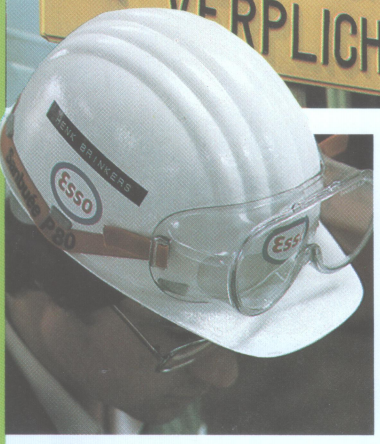
Toen kwam de oliecrisis

In die situatie kwam de oliecrisis van eind 1973, waardoor in eerste instantie de basisgrondstof van chemie drie tot vier maal zo duur werd. Dat leek aanvankelijk ernstig voor de chemische industrie, maar het bleek minder desastreus dan in eerste instantie werd gedacht, aangezien concurrerende produkten uit andere bedrijfstakken over 't algemeen nog meer energie nodig hadden voor hun vervaardiging en voor een vergelijkbare prestatie per eenheid. Zo verkeerde dit nadeel toch nog in een zeker voordeel.
Er gebeurde echter nog iets. De oliecrisis leidde in veel sectoren van het bedrijfsleven tot een sterk verminderde economische activiteit. En omdat de chemische industrie nu eenmaal leverancier is van veel bedrijfstakken, kreeg ze in het algemeen wel degelijk last van die algemeen verminderde groei. Zó zelfs dat er voor veel chemische produkten, die voor bepaalde sectoren van de industrie worden vervaardigd, nog maar een groei is overgebleven die vlak boven die van de afnemende sectoren ligt. Wel iets hoger, omdat chemie nog steeds een bedrijfstak is met een hoge innovatieve kracht èn omdat als gevolg daarvan nog steeds substitutie van natuurlijke produkten optreedt.

We zijn nu echter in de fase gekomen dat het ene chemische produkt wordt gesubstitueerd door een ander en béter chemisch produkt. Goede voorbeelden daarvan zijn te vinden in de kunststoffensector waar de produkten steeds beter worden toegesneden op de eisen van de klant, maar daarbij wel de meer algemene plastics gaan vervangen.

gezondheid, veiligheid en milieubescherming

Reiniging van afvalwater uit de chemie-bedrijven van Esso.



Drie aspecten van industriële produktie: deze moet veilig zijn voor de mensen die er werken, het milieu moet beschermd zijn, terwijl de produkten de gezondheid van afnemers niet mogen bedreigen.

Controle van eventuele geluids-overlast.

Waakzaamheid voorkomt ongevallen.

Zowel bij de overheid als bij de chemische bedrijven zelf bestaat voortdurende waakzaamheid om er voor te zorgen dat chemische produkten geen schadelijke bijwerking hebben voor de gebruikers, dat de fabrieksactiviteiten veilig zijn en dat de kwaliteit van het milieu niet wordt aangetast. Inmiddels begint er steeds meer eenheid te komen in de wettelijke voorschriften die internationaal nogal eens verschilden. De E.E.G. en de Environmental Protection Agency in de V.S. werken nauw samen om eenheid te brengen in methoden om risico's en toxicologische effecten te meten. Exxon Chemical voorziet al haar afnemers en de transportbedrijven die voor haar werken voortdurend van bijgewerkte informatie over produktveiligheid. Daarin worden de potentiële gevaren voor de gezondheid en het milieu uiteengezet, worden ook veiligheidsprocedures voorgeschreven, toelaatbare niveaus van blootstelling aangegeven en de juiste medische behandeling beschreven. Een nieuwe Exxon-organisatie, Exxon Biomedical Sciences, ontwikkelt vergaande programma's gericht op gezondheidsbescherming en veiligheid van alle employés en afnemers die met de produkten in aanraking komen. Op de Exxon-bedrijven in de chemische tak worden uitstekende resultaten op het gebied van bedrijfsveiligheid behaald met zeer lage cijfers voor verzuimongevallen.

7 wereldsituatie

Ondertussen waren er op het wereld-chemietoneel wel enkele dingen verschoven. Dat was onder meer de opkomst van het Oostblok als chemie-producent. Gebaseerd op westerse technologische kennis werden daar fabrieken gebouwd waarvan het produkt in vele gevallen als betaling voor kennis en bouw naar West-Europa terugkwam, terwijl daarnaast nog werd geëxporteerd voor het verkrijgen van westerse valuta. Het was een concurrentie waaraan moeilijk weerstand was te bieden, omdat een beschuldiging van ''dumping'' (aanbieden tegen een prijs ver onder het marktniveau) moeilijk hard is te maken in een systeem waar de kostprijs onbelangrijk is.

Op deze pagina's enkele beelden van chemische fabrieken van Esso in Europa. Boven: het chemische complex bij Keulen in West-Duitsland.

Invloed Midden-Oosten

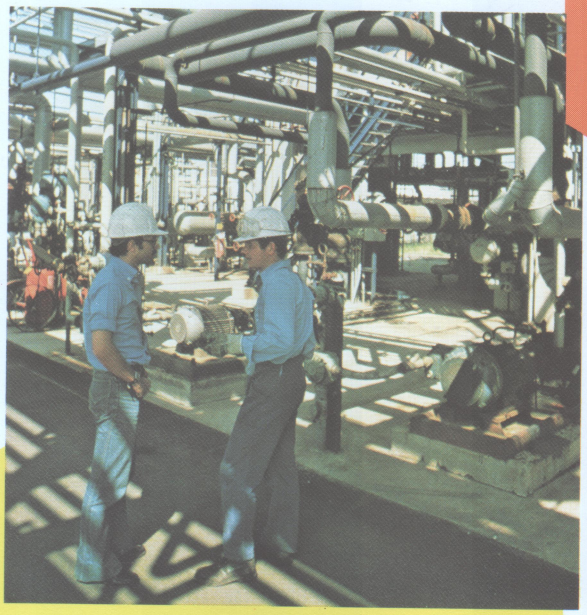
Daarnaast begon de invloed van het Midden-Oosten te gelden. Als al de plannen die daar de laatste tien jaar voor de bouw in de woestijn van chemische installaties voor basisprodukten, ooit gerealiseerd zouden zijn, dan zou een gigantische stroom van chemische produkten naar West-Europa zijn gevloeid; ook al door het ontbreken van een inlandse markt aldaar. Zo erg is het echter niet geworden, hoewel de eerste produkten uit chemische installaties uit die gebieden toch al hun invloed op de Westeuropese markt doen gelden. Het zijn namelijk de zeer lage grondstofkosten die in het voordeel werken tegenover de Europese produktie.

Japanse concurrentie

De Japanse concurrentie heeft zich in West-Europa maar zelden direct doen voelen. Wat echter wel degelijk speelt is dat er veel gerede Japanse produkten (en uit andere landen van het Verre Oosten, zoals Taiwan, Maleisië en vooral Zuid-Korea) naar Europa komen. De chemie zit daar als het ware reeds in het produkt, zodat de chemische producent in Europa niet meer kan leveren aan de eigen fabrikant van een dergelijk produkt. De textielindustrie is, wat deze gang van zaken betreft, daarvan een zeer goed voorbeeld, zij het dat gerede produkten meestal niet direct uit Japan kwamen maar uit andere landen van het Verre Oosten. Die bedrijfstak gaat praktisch verloren voor Europa, maar dat betekent tegelijkertijd grote moeilijkheden voor de Europese vezelproducenten. In feite verkeert dat gedeelte van de chemische industrie al ongeveer zes jaar ''in de rode cijfers'' en heeft in een verliesgevende situatie alleen kunnen overleven – terwijl zij tracht zich te specialiseren op produkten met een hogere technologische inhoud – doordat de chemische industrie in haar geheel de geweldige verliezen heeft opgevangen.

Amerikaanse concurrentie

De concurrentie uit de Verenigde Staten is weer heel anders. Dank zij het hier reeds eerder ter sprake gebrachte grondstofkosten-voordeel kunnen de Amerikanen op de Europese markt concurreren. De hoeveelheid produkten die over de Atlantische Oceaan komt is echter maar gering, maar het neerdrukkend effect op de prijzen is, evenals in het geval van de concurrentie uit Oost-Europa, heel sterk geweest. Erger is dat de Amerikanen door hun lagere prijzen de Europeanen uit veel traditioneel Europese exportmarkten in de rest van de wereld hebben weten te verdrijven.
Kijken we tenslotte naar Zuid-Amerika (Mexico, Venezuela en Brazilië), dan zien we dat daar een chemische industrie wordt opgebouwd, voornamelijk bestemd om in eigen behoeften te gaan voorzien, waarmee dan ook weer markten voor Europa wegvallen en tegelijkertijd toekomstige exportcapaciteit voor levering naar Europa kan ontstaan. Uit dit laatste voorbeeld blijkt eveneens dat in de wereld een zekere regionalisatie begint op te treden, waarbij regio's in principe gaan streven naar een soort zelfvoorziening met chemische produkten. Het gevolg is minder exportkansen voor de Europese chemie en meer importdreiging als concurrentie voor die Europese chemische industrie. En dat terwijl de export in het verleden steeds van zeer grote betekenis is geweest voor Europa. Veel belangrijker bijvoorbeeld dan voor de Verenigde Staten.

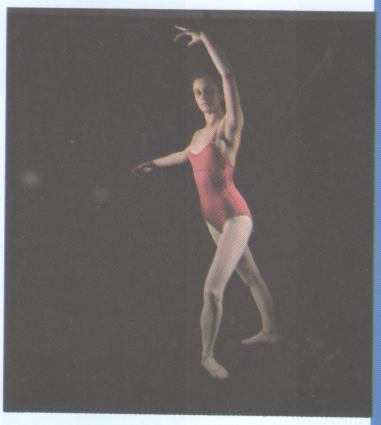


In Zuid-Engeland, nabij Southampton, ligt Esso Chemical's chemische fabriekscomplex naast de Esso-raffinaderij Fawley (geheel boven). Daaronder: de oplosmiddelenfabriek van Esso te Trecate in Italië.

EINDPRODUKTEN

1. **Mossmorran** Schotland
2. **Fawley** Engeland
3. **Notre-Dame-de-Gravenchon** Frankrijk
4. **Antwerpen** België
5. **Meerhout** België
6. **Keulen** Duitsland
7. **Rotterdam** Nederland
8. **Rozenburg** Nederland
9. **Hamburg** Duitsland
10. **Stenungsund** Zweden
11. **Trecate** Italië
12. **Vado Ligure** Italië
13. **Thessaloniki** Griekenland
14. **Alkhobar** Saoedi Arabië

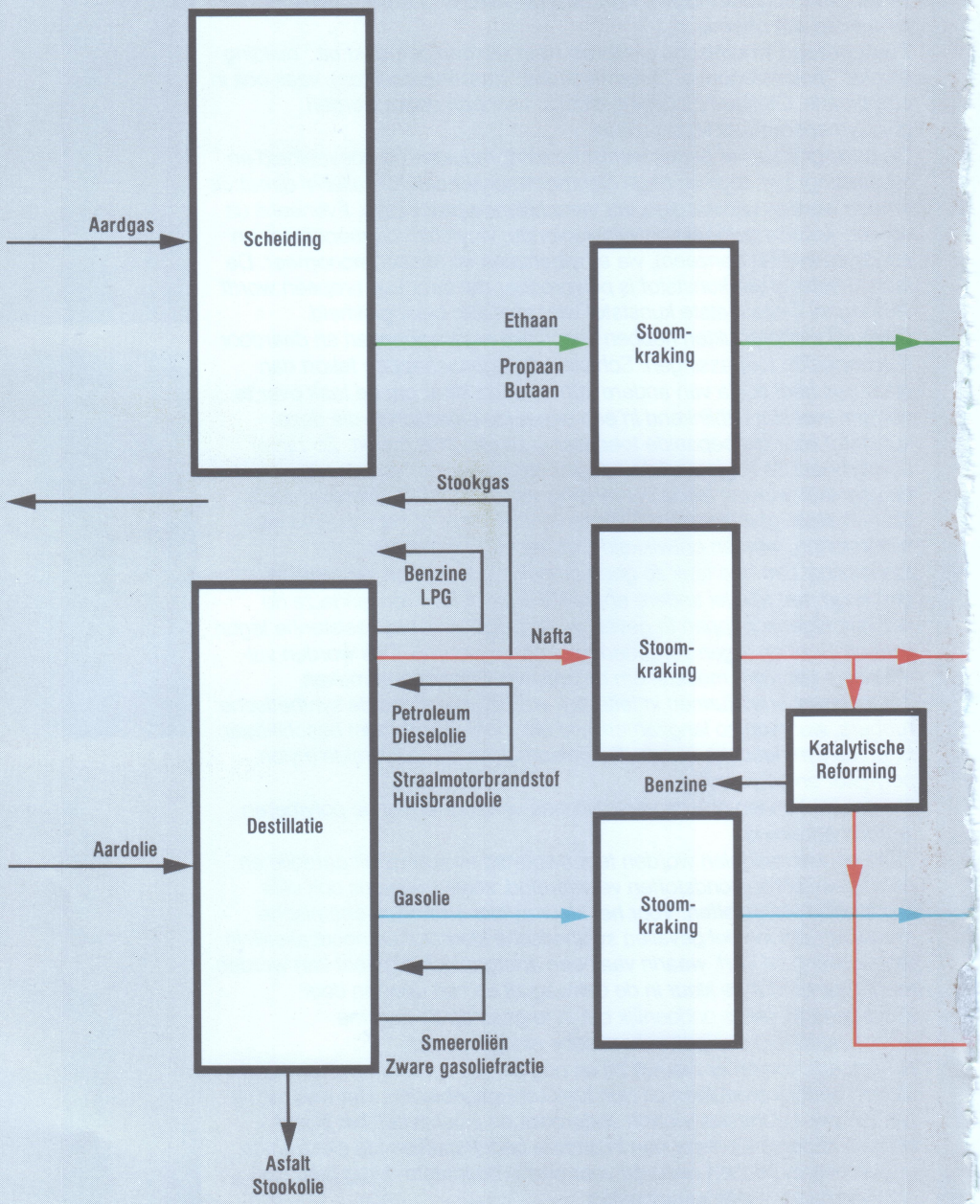
Het is ondoenlijk om ook maar een indruk te geven van alle mogelijke chemische eindprodukten; zowel in soorten als in volume overschrijden ze elk bevattingsvermogen. Kort gezegd, alles is chemie, overal zit tenminste wat chemie in.
Zoals gezegd, chemische eindprodukten worden gemaakt uit ''building blocks'' (bouwstenen) of ''intermediates'' (tussenprodukten); vaak ook in combinatie. Olefinen (''building blocks'') kunnen direct worden gepolymeriseerd tot kunststoffen.
De belangrijkste vijf petrochemische eindprodukten (in hoeveelheid en toepassing) zijn: lage en hoge dichtheidspolyetheen, die allebei direct uit etheen worden vervaardigd, via verschillende processen. Eveneens uit etheen worden gemaakt polyvinylchloride, vinylchloride-monomeer en polystyreen (met benzeen), via ethylbenzeen en styreenmonomeer. De laatste belangrijke kunststof is polypropeer dat direct uit propeen wordt verkregen. Deze laatste kunststof wint snel aan belangrijkheid.
Deze vijf eindprodukten hebben specifieke eigenschappen en daardoor ook bepaalde toepassingen. Schieten de eigenschappen tekort dan staat een heel scala van andere kunststoffen klaar om de taak over te nemen, meestal uitblinkend in één bepaalde eigenschap die deze kunststof voor die bepaalde toepassing zo geschikt maakt. Zo zijn er bijvoorbeeld de zogenaamde ''engineering plastics'' die steeds belangrijker worden bij de vervanging van bepaalde materialen zoals ijzer en staal, glas en andere. Deze kunststoffen, of combinaties van kunststoffen, worden ontwikkeld met het oog op de specifieke toepassing. Om hun taak zo goed mogelijk te vervullen, worden ze gemengd met allerlei andere chemische produkten ten einde ze de vereiste eigenschappen te geven, zoals buigzaamheid, resistentie tegen licht en lucht en tegen veroudering of om te kleuren. Ook worden vulmiddelen gebruikt, meestal om de prijs wat gunstiger te maken.
Tot de polymeren kunnen in feite ook worden gerekend de synthetische rubbers, waarvan zo langzamerhand een heel assortiment beschikbaar is, en de synthetische vezels. De belangrijkste zijn polyamide (nylon, polyester en polyacryl).
Daarnaast kunnen ook de verschillende verfsoorten tot de polymeren worden gerekend.
Zeep en wasmiddelen worden tegenwoordig eveneens uit aardolie en petrochemische grondstoffen vervaardigd, zoals trouwens ook vele organische kleurstoffen. Voor het kleuren van organisch-chemische produkten zijn in veel gevallen synthetische kleurstoffen noodzakelijk in tegenstelling tot verf, waarin vaak een anorganisch pigment kan worden toegepast omdat de kleur in de deklaag zit en niet door en door.
Zoals gezegd, het is ondoenlijk om in te gaan op de enorme verscheidenheid aan petrochemische eindprodukten.
Nog steeds komen er nieuwe bij en nog steeds verdringen chemische stoffen andere produkten uit hun toepassingsgebieden. Het was (en is) typisch een bedrijfstak waarin onderzoek en inventiviteit het beeld hebben bepaald en meer dan in andere bedrijfstakken (de elektronica uitgezonderd) hebben gezorgd voor een in de laatste dertig jaar ongeëvenaard snelle ontwikkeling.

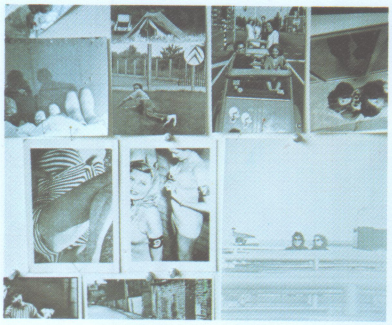


EINDPRODUKTEN

De laatste fase is die van de eindprodukten. Esso Chemie is daar maar ten dele bij betrokken (b.v. in de kunstmestproduktie). Over 't algemeen worden chemische produkten geleverd die weer de grondstoffen vormen van de gebruiksartikelen waarmee we ons dagelijks omringen en die in andere sectoren van de chemische bedrijfstak worden vervaardigd.

Grondstoffen en grondstoffenverwerking (in de raffinage)





Verpakte tussenprodukten (links) die de basis vormen voor eindprodukten (rechts).

Bouwstenen (in de petrochemie)	Tussenprodukten (enkele voorbeelden)	Eindprodukten (vervaardigd door chemische fabrieken die tussenprodukten verwerken)
Etheen	Vinylchloride Etheenoxide Acetaldehyde Vinylacetaat Trichlooretheen	Antivries Detergenten Oplosmiddelen Cosmetica Geneesmiddelen Plastics (PVC) Verpakkingsmateriaal (folie, flessen) Verfstoffen (PVA) Bouwmaterialen (buizen, kabel)
Propeen	Isopropanol Propeenoxide Cumeen Butanol – 1 + 2-Ethylhexanol Acrylonitrile Glycerol	Plastics (RPE, PP, PU, Epoxy, Phonolic) Oplosmiddelen Cosmetica Geneesmiddelen Weekmakers Kleefstoffen Verfstoffen Folie (PP) Vezels (PP) Touw Tapijtrug Produkten in vormen Werktuigen Accu's Huishoudhulpmiddelen
Butadieen	Polybutadieen SBR Polychloropreen Nitrilrubber	Synthetische rubbers: banden, binnenbanden Latexverf ABS Plastics: buis, autotechnisch, elektrische werktuigen Kantoormeubilair
Bytylenen	Methylethylketon Hepteen Isobuteen	Synthetische rubber: banden, binnenbanden Polyesterflessen Kleefstoffen Oplosmiddelen Toevoegmiddelen smeeroliën
Benzeen	Styreen Cyclohexaan Cumeen + Fenol	Verpakkingsmateriaal (Polystyreen) Isolatiemateriaal (Polystyreen) Vezels (Nylon)
Tolueen		Oplosmiddelen, TNT
Xylenen		Vezels (Polyester) Folie (Polyester) Verfstoffen (Alkyd) Vloertegels (Vinyl)

8 van meer naar beter

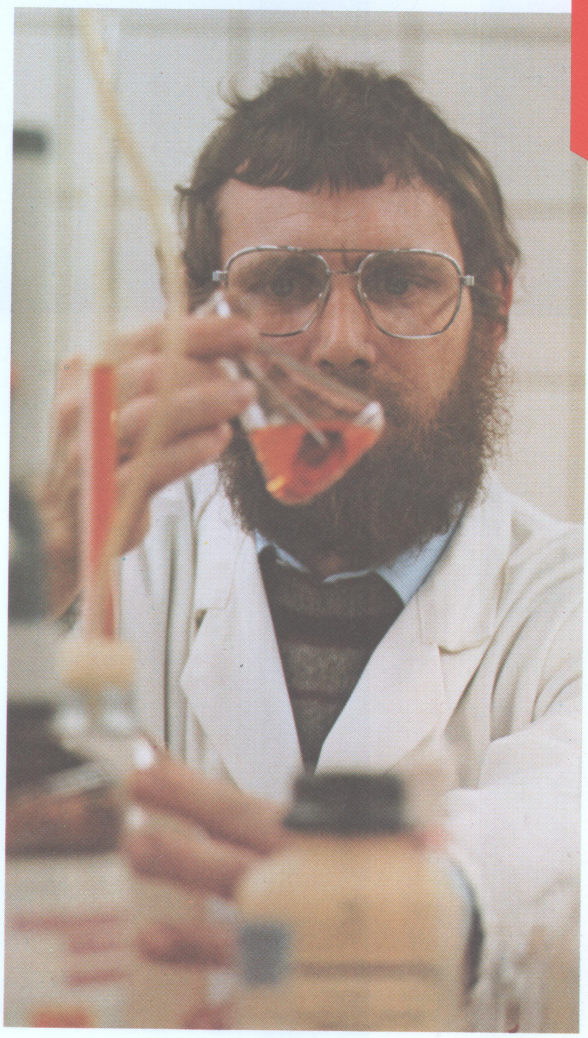
Het uitgangspunt was vroeger: hogere produktie. Nu er een verzadiging van de markt is opgetreden, lijken de kansen van de chemische bedrijfstak (ook in Nederland) niet zozeer te liggen in ''meer'', maar eerder in ''beter''.

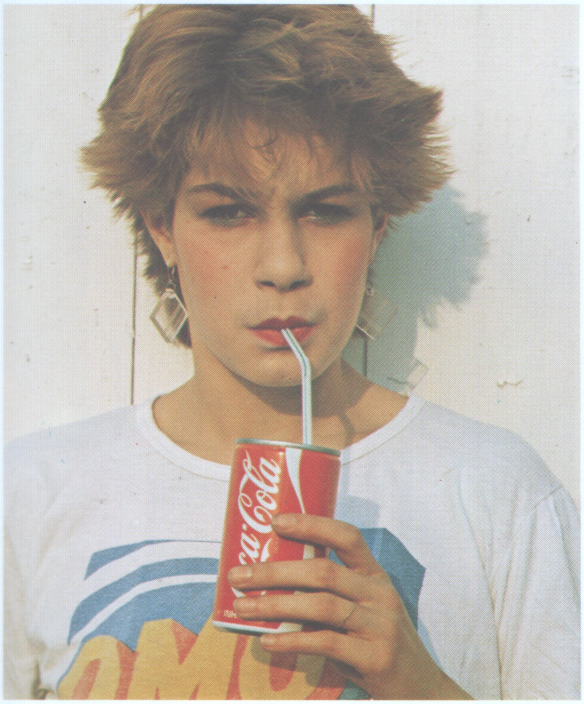
Research is daarvoor nodig.

In het voorafgaande is de situatie geschetst van de chemische bedrijfstak, zowel intern als met betrekking tot haar plaats in de wereld. En aangezien de chemische industrie een bij uitstek over de hele wereld opererende bedrijfstak is, speelt ook die situatie sterk mee bij de bezinning over de toekomstkansen van de chemische bedrijfstak in Europa en derhalve ook in Nederland. Als er één ding uit het voorgaande blijkt, dan is het wel dat de gemakkelijke jaren voor de chemische industrie, waarin alles vanzelf leek te gaan, voorbij zijn en dat er wel één en ander moet gebeuren wil de bedrijfstak in Europa zijn plaats op het wereldtoneel behouden.

Kwaliteitsverbetering

En dat ''iets'' is de verbetering van kwaliteit van het Europese chemische produkt en de vergroting van de technologische inhoud daarvan naar een niveau waarop we weer boven de internationale concurrentie uitkomen. Je kunt het ook anders zeggen, namelijk streven naar een verbetering van de bestaande processen door bijvoorbeeld minder energie- en grondstoffenverbruik, minder afvalstromen, wat tegelijk voordelig is voor het milieu en naar een verbetering van de technische kwaliteit van het produkt. Niet alleen van het produkt zelf, maar ook door betere toepassingsmogelijkheden. Voor Nederland – èn België – is er nog een verzwarende omstandigheid die al eerder terloops ter sprake kwam, namelijk de structuur van de chemische industrie in deze landen. Deze bestaat voor een veel groter deel dan het Europese gemiddelde uit zware basischemie. Dit vond zijn oorzaak ten dele in een periode waarin veel buitenlandse bedrijven hier grote fabrieken neerzetten, omdat gemakkelijk in de behoefte aan ruime transportmogelijkheden kon worden voorzien.
Nu is die basischemie voor het grootste deel gegrondvest op bekende, overal te koop zijnde, processen en zodoende moet men van goede huize komen om een dergelijk proces beter en goedkoper te kunnen uitvoeren dan de concurrentie. In de fijnchemie, of in de speciale produkten, zit een veel grotere hoeveelheid – vaak door eigen onderzoek opgebouwde – kennis en dat zijn dan de produkten waarmee de fabrikant makkelijker de concurrentie te lijf kan gaan. Maar zoals gezegd, de Nederlandse chemie is daar niet uitgesproken sterk in. West-Duitsland bijvoorbeeld wel.





Er is nog voorsprong

Als we Europa als één gebied bekijken, dan kunnen we inderdaad zeggen, dat er nog een voorsprong is op het punt van technisch kunnen in de chemie. Daarop moet dus worden voortgebouwd. Was in de jaren zestig de slogan van de bedrijfstak: ''Meer van hetzelfde'', nu is daarvoor een ander uitgangspunt in de plaats gekomen, namelijk: ''Niet meer, maar beter''. Eén van de facetten van dat beter is bijvoorbeeld een sterkere binding met de afnemer van het produkt en het samen verder ontwikkelen van bepaalde toepassingen ervan.
Aan de grondstoffenkant en de proceszijde van de bedrijfstak betekent het een verdergaande energiebesparing met daarnaast het overgaan op andere grondstoffen, zoals aardgascondensaat (een bijprodukt van de aardgaswinning) en gasolie om een grotere flexibiliteit in de produktie te verkrijgen; en in de verre toekomst – zeker niet voor het jaar 2000 – chemische processen op basis van gas verkregen uit steenkool. Daarnaast is er de mogelijkheid van de zogenaamde ''groene chemie'', chemische processen op basis van planten (de zogenaamde vernieuwbare grondstoffen).

Over de omzetting van chemische basisprodukten met behulp van enzymen of bacteriën (al of niet verbeterd met behulp van DNA-recombinant-technieken) voor de vervaardiging van zeer specifieke chemische produkten, maar in de verdere toekomst ook van produkten die dichterbij de grondstoffen liggen, is in dit boekje nauwelijks gesproken. Maar juist dit gebied zal de komende jaren een van de grootste uitdagingen voor bepaalde onderdelen van de chemische sector gaan betekenen. Het zal wel zeer grote research-inspanningen met zich meebrengen wil hier enige kans van slagen zijn. En dat komt in een tijd dat het wetenschappelijk onderzoek zeer duur is geworden als gevolg van de hoge personeelskosten, terwijl er tevens minder wordt verdiend door de lagere groei. Wil Europa echter haar leidende rol in de chemische industrie in de wereld behouden, dan is verder onderzoek absoluut noodzakelijk, zodat technische suprematie ten grondslag kan liggen aan de produkten van de Europese en ook de Nederlandse chemische industrie.

Om de leidende rol in de chemische industrie te behouden, moet verder onderzoek en technische suprematie de grondslag blijven.

Esso's chemische activiteiten in Nederland

Chemische fabrieken zijn vaak in de buurt van olieraffinaderijen te vinden. Ook in Rotterdam is dat het geval. Esso Chemie B.V. en Essochem Holland Inc. zijn twee Nederlandse chemie-ondernemingen. Ze zijn in resp. 1965 en 1978 opgericht. Al vlug nadat Esso in Nederland een raffinaderij had gebouwd (1960) kwam daar een chemisch bedrijf bij dat uit door deze raffinaderij geleverde grondstoffen aromaten ging vervaardigen (benzeen, tolueen, xylenen en cyclohexaan). In Rozenburg nam Esso Chemie in 1968 een kunstmestfabriekscomplex in bedrijf waar stikstofmeststoffen worden gefabriceerd. Grote hoeveelheden ammoniak, salpeterzuur, kalkammonsalpeter, ureum en ureum-ammonium-nitraat worden jaarlijks afgezet naar Afrika, Latijns-Amerika, het Verre Oosten. Ook wordt veel kunstmest in Europa geleverd. Essochem Holland heeft een fabriek voor weekmakers in Rotterdam. Een oxo-alcoholenfabriek van dit zelfde bedrijf is thans in Rozenburg in aanbouw. Daar worden grondstoffen bereid voor de weekmakers-fabriek.

In Rotterdam bevindt zich ook een chemisch-technologisch centrum van de in Nederland gevestigde chemiebedrijven van Esso. Het doel van dit centrum is – zeer kort gezegd – bestaande technologie verbeteren en op lange termijn nieuwe te ontwikkelen.

In Schiedam staat een kantoor waarin de verkoop van chemische produkten wordt gecoördineerd, terwijl er ook de centrale administratie en diverse andere afdelingen gevestigd zijn.

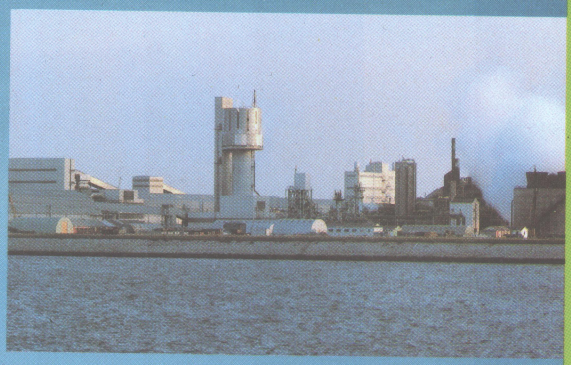
Esso Chemie in Nederland valt geografisch onder de regionale organisatie in Europa die, onder de naam Essochem Europe Inc., in Brussel is gevestigd.

Een overzicht van Esso Chemie's bedrijven in Rotterdam-Botlek.

Boven: de aromatenfabriek en de weekmakersfabriek.

Esso CHEMIE

Rechts: de kunstmestfabriek en de oxo-alcoholenfabriek.

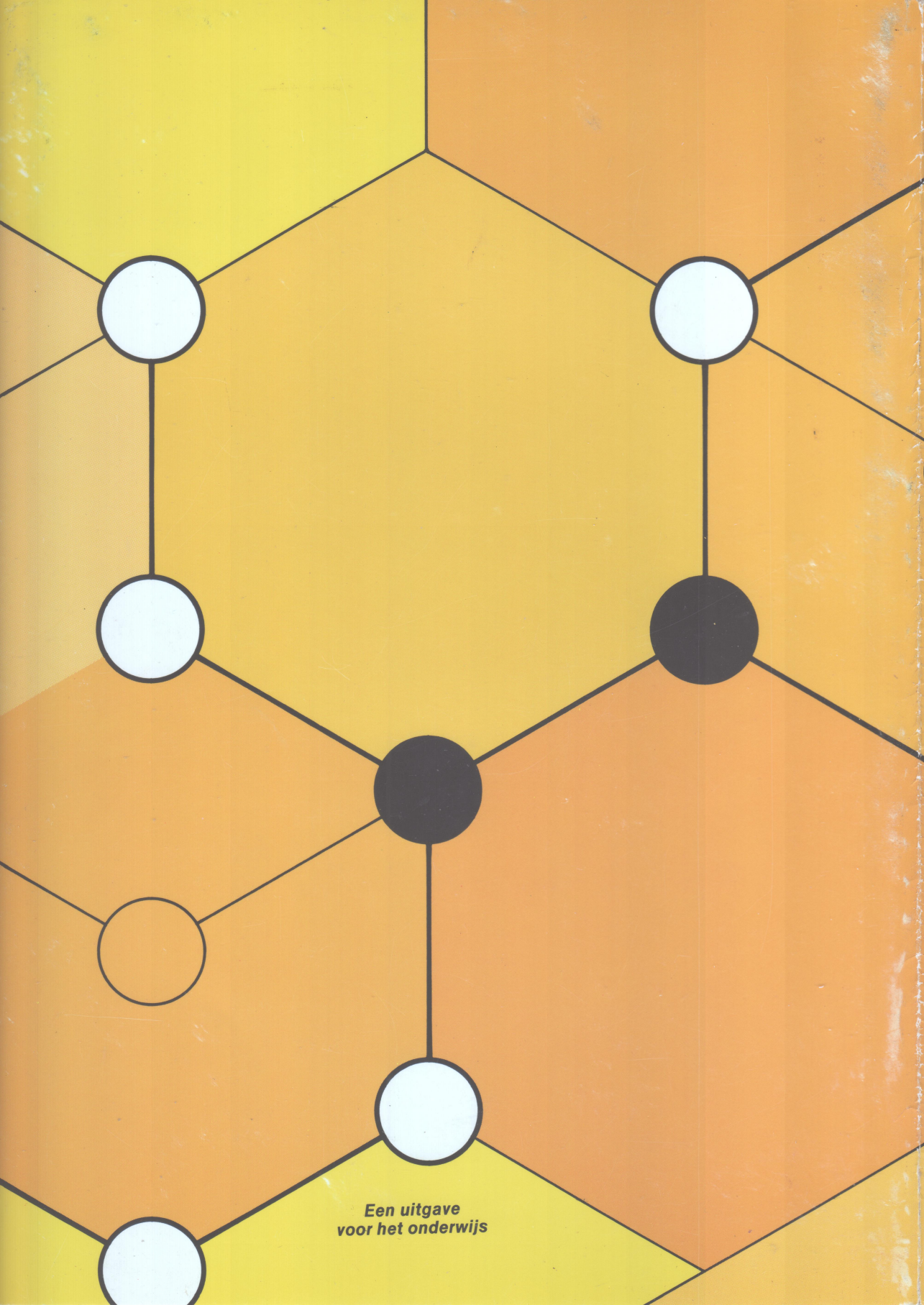


Esso heeft nog meer informatie over chemie. Een viertal brochures over de produktie-bedrijven in Botlek-Europoort kunnen worden aangevraagd bij:

Esso Public-Relations Divisie
Postbus 110
2501 AL Den Haag
(tel. 070-739405)

òf

Esso Chemie Public Affairs Divisie
Postbus 275
3100 AG Schiedam
(tel. 010-881226)



Een uitgave
voor het onderwijs

Esso Nederland b.v.
Zuid-Hollandlaan 7, Postbus 110, 2501 AL 's-Gravenhage

telefoon : (070) 73 99 11
doorkiesnr. : (070) 739
telex : 28756
telegramadres:
uw referentie:
uw brief van:
onze referentie: PA/PR&V

's-Gravenhage, maart 1983

L.S.,

Deze maand is het boekje 'Manipuleren met Moleculen' verschenen, een uitgave van de gezamenlijke Esso-bedrijven in Nederland. Het boekje is speciaal bestemd voor het gebruik in het scheikunde-onderwijs, bv. als hulpmiddel voor scripties.
Wij dachten dat U uit hoofde van Uw functie hierin geinteresseerd zou zijn en sturen U bijgaand een exemplaar ter kennisneming toe.

Mocht U geinteresseerd zijn in extra exemplaren dan kunt U deze in beperkte mate schriftelijk aanvragen bij Esso Nederland B.V., Postbus 110, 2501 AL Den Haag, t.a.v. Mej. A. Hack.

Met vriendelijke groeten,

Hoogachtend,
ESSO NEDERLAND B.V.
Public Affairs Divisie

D. Henny
PR & Voorlichting

Bijlage.